



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
DISEÑO INDUSTRIAL



PROYECTO FIN DE CARRERA

**Diseño y construcción de una bomba manual de émbolo
para cisternas de aguas pluviales y pozos someros.**

Autor: **Christian Daniel Polo Castaño**

Tutor: **José Antonio Mancebo Piqueras**

Tutor: **María del Mar Recio Díaz**

Convocatoria: **Febrero de 2014**



INDICE GENERAL

1. MEMORIA.....	4
1.1. Introducción	4
1.2. Contexto global. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio.	6
1.2.1. El derecho al agua y saneamiento. El ordenamiento internacional.	6
1.2.2. Influencia del agua en el desarrollo humano	8
1.2.3. Problemática del agua	12
1.2.4. Captación del agua de lluvia.....	15
1.3. Contexto local. El problema del acceso al agua en el “semiárido”.....	22
1.3.1. Programa cisternas.....	22
1.3.2. Descripción de la tecnología.....	25
1.3.3. El camino del agua en las escuelas acogidas al programa. Calidad y dotación.....	31
1.4. Las bombas manuales como tecnología social	35
1.4.1. Tipos de bombas manuales.....	36
1.4.2. Descripción de la bomba manual de émbolo de PVC tipo Carcará	39
1.5. Bomba Carcará II en metacrilato (BC-II PMMA). Caso didáctico.	42
1.5.1. Construcción e instalación.....	43
1.5.2. Mantenimiento.	46
1.5.3. Discusión. Modificaciones introducidas.	48
1.6. Cálculos	53
1.6.1. Estudio hidráulico	53
1.6.2. Esquema de funcionamiento	53
1.6.3. Otras configuraciones para la BC-II PMMA. Curvas características.....	57
1.6.4. Comparativa BM-II	64
2. PLIEGO DE CONDICIONES	66
2.1. Materiales y elementos constitutivos.....	66
2.1.1. Bomba Carcará I y II.....	66
2.1.2. Bomba Carcará II (BC-II PMMA)	68
2.2. Calidades mínimas exigibles	72
2.2.1. Bomba Carcará I y II.....	72

2.2.2. Bomba Carcará II (BC-II PMMA)	72
3. PLANOS	73
3.1. Plano de detalle.....	74
3.2. Plano de montaje	75
3.3. Explosionado.....	76
3.4. Tubo de aspiración	77
3.5. Tubo D50 13.....	78
3.6. Retén de antirretorno L50.....	79
3.7. Tubo D40 100.....	80
3.8. Retén de antirretorno L40.....	81
3.9. Tapón	82
3.10. Tubo de aspiración largo.....	83
3.11. Plano de montaje con extensión tubo de aspiración.....	84
3.12. Plano de montaje con extensión tubo de descarga.....	86
3.13. Plano de montaje con extensiones en tubo de descarga y aspiración	88
4. COSTES DE LAS BOMBAS	90
4.1. Bomba Carcará I.....	90
4.2. Bomba Carcará II.....	91
4.3. BC-II PMMA.....	92
5. BIBLIOGRAFÍA	93
5.1. Fuentes	97
6. ANEXOS	102
6.1. Marco lógico del Programa Cisternas BRA-007-B	102
6.2. Objetivos de Desarrollo del Milenio	106
6.3. Proyectos de cooperación al Desarrollo en la UPM.....	112
6.4. Primeras jornadas internacionales de bombas manuales y de ariete	116
6.5. Normativa aplicable en Brasil	120
6.5.1. Norma ABNT NBR 5648.....	120
6.5.2. Norma ABNT NBR 5626.....	120
6.5.3. Norma MERCOSUR NM 300:2002.....	121



1. MEMORIA

1.1. Introducción

El derecho al agua y saneamiento (Resolución 64/292 de las Naciones Unidas) se formula como una necesidad imperante en todo el mundo, es por ello que las tecnologías sociales toman una relevante posición como instrumento de apoyo en la consecución de este derecho, entendiéndose como tecnología social el aprovechamiento de los recursos tecnológicos y científicos para un bien común, especialmente para resolver problemas sociales y ambientales.

El objetivo de este proyecto es hacer un estudio sobre las bombas manuales de émbolo como tecnología social, analizando su implicación en el “Programa Um Milhão de Cisternas” – Programa un millón de cisternas - (P1MC) que se desarrolla en el semiárido brasileño basado en la recogida de agua de lluvia, ya que es una de las formas más sencillas y de bajo costo para paliar el déficit de agua en la región.

El programa cisternas se ha desarrollado durante tres fases, siendo la última “Cisternas para Escuelas” en la que el “Consortio para el desarrollo de la región de Ipanema” (CONDRI) en colaboración con “Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento” (FCAS) instrumento de la Cooperación Española y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) llevan a cabo el proyecto “3ª Agua – Agua para Educar” para la construcción de cisternas con capacidad de 52 mil litros para 108 escuelas del semiárido.

El beneficio de las bombas manuales para la retirada del agua en las cisternas es que aseguran que esta no esté en contacto directo con las personas ya que es el último eslabón de la cadena de la recogida. Las bombas Carcará I y II han sido desarrolladas en base a esta premisa, se basan en el principio de desplazamiento positivo, son beneficiosas porque requieren de poco esfuerzo, fácil construcción, alto rendimiento y reproducibilidad.

El caso de estudio serán las bombas Carcará I y II cuya fabricación se hace con elementos de PVC y canicas, así como la construcción de la bomba Carcará II en metacrilato con fines esencialmente didácticos a fin de poder evaluar y enseñar el



funcionamiento, recorrido del agua y disposición de sus elementos, su caracterización y posibles mejoras de este tipo de bombas en el laboratorio de Hidráulica Aplicada para el desarrollo de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la UPM.



1.2. Contexto global. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Desde la primera *Declaración Universal de los Derechos Humanos* (Resolución 217 (III), 10 de diciembre de 1948) hasta la actualidad, las Naciones Unidas han ido abogando por reducir las diferencias entre países desarrollados y no desarrollados. En el año 2000 desde Naciones Unidas se definieron los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (ODM) (Figura 1-1) a fin de luchar contra la pobreza, el hambre, la enfermedad, el analfabetismo, la degradación del medio ambiente y la discriminación contra la mujer; por tanto la cooperación internacional al desarrollo se erigió como instrumento primordial de los países desarrollados para ayudar a cumplir dichos objetivos.



Figura 1-1 Objetivos de Desarrollo del Milenio (Ver apartado 5.1. Fuentes).

1.2.1. El derecho al agua y saneamiento. El ordenamiento internacional.

“El derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos” (Resolución 64/292 de las Naciones Unidas).

Esta declaración de intenciones hecha por Naciones Unidas especifica las condiciones por las que debe ser tratada el agua como un bien común y no

únicamente como bien económico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) definió el acceso al agua de la siguiente manera (Tabla 1-1):

DEFINICIÓN DE ACCESO AL AGUA, SEGÚN LA OMS (2003)		
NIVEL DE SERVICIO	MEDICIÓN DEL ACCESO	NECESIDADES SATISFECHAS
Sin acceso. Cantidad recogida a menudo inferior a 5 litros por persona y día	Más de un kilómetro o 30 minutos de tiempo total de recogida	No se puede asegurar el consumo. La higiene no es posible a no ser que se practique en la fuente
Acceso básico. La cantidad media recogida probablemente no exceda los 20 litros por persona y día	Entre 100 metros y un kilómetro o entre 5 y 30 minutos de tiempo total de recogida	El consumo debería estar asegurado. Es posible el lavado de manos y la higiene básica de alimentos; la colada y el baño resultan difíciles de asegurar a no ser que se realicen en la fuente
Acceso intermedio. La cantidad de recogida media está en torno a los 50 litros por persona y día	Agua distribuida mediante un grifo en el lugar o en un radio de 100 metros o 5 minutos de tiempo total de recogida	Consumo asegurado; toda la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada, al igual que la colada y el baño
Acceso óptimo. La cantidad de recogida media es de 100 litros por persona y día	Agua suministrada de forma continua a través de múltiples grifos	Todas las necesidades cubiertas

Tabla 1-1 Definición del acceso al agua según la OMS (Ver apartado 5.1. Fuentes).

A pesar de ello aún son muchas las personas que carecen del acceso al agua; si bien es cierto que en el 2010 se cumplió la meta 3C del objetivo 7 (Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de población que no tiene acceso sostenible a agua potable y a servicios básicos de saneamiento) de los objetivos de desarrollo del milenio relativo al agua potable, es importante saber que a finales de 2010 por lo menos un 11% de la población mundial no tenía acceso a agua potable, acentuándose las diferencias entre zonas urbanas y rurales indicando que queda mucho trabajo por hacer ya que la cantidad de personas que en áreas rurales no cuenta con una fuente mejorada de agua es cinco veces mayor que en las áreas urbanas (Informe sobre los ODM-2012).

En cuanto a saneamiento la meta sigue estando fuera de alcance, en el informe de 2012 sobre los ODM muestra que si seguimos con la tendencia actual para 2015 habremos llegado a solo un 67% de cobertura en el mundo, lejos del 75% propuesto.



Por tanto, en vista de todos estos datos, se debe promover más intervención de los estados y medidas más eficaces a fin de aumentar la tendencia tanto en acceso a agua potable como a saneamiento.

1.2.2. Influencia del agua en el desarrollo humano

Para analizar la influencia del agua en el desarrollo humano, analizaremos la relación que hay entre el Índice de Desarrollo Humano (IDH) con el acceso a agua potable y saneamiento en el mundo.

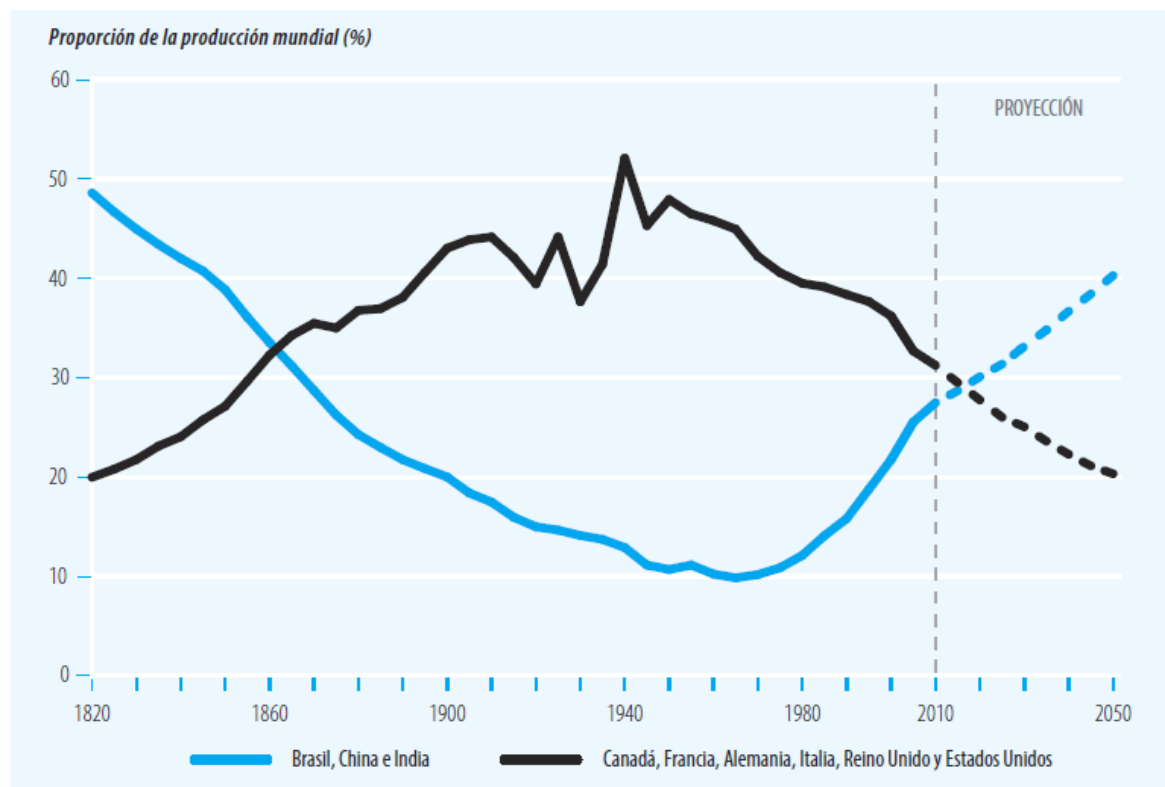
El IDH es un indicador del desarrollo humano por país que elabora el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En él se toman tres parámetros (vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno) y su valor va desde 0 a 1, siendo 1 el máximo. Actualmente hay nuevos indicadores relacionados con el desarrollo humano como son:

- Índice de Desarrollo Humano ajustado por la Desigualdad (IDH-D): ajusta el IDH según la desigualdad en la distribución de las dimensiones entre la población
- Índice de Desigualdad de Género (IDG): muestra la pérdida en desarrollo humano debido a la desigualdad entre logros de mujeres y hombres en dichas dimensiones. Varía entre cero, cuando a las mujeres les va tan bien como a los hombres, y 1, cuando a las mujeres les va tan mal como sea posible en todas las dimensiones medidas.
- Índice de Pobreza Multidimensional (IPM): identifica múltiples privaciones individuales en materia de educación, salud y nivel de vida.

El último informe (*El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso - 2013*) sitúa las nuevas economías emergentes y el impacto positivo sobre el desarrollo, así como la influencia que están ejerciendo cada vez más sobre el norte gracias a que cada vez más están interconectados los países. Cabe resaltar las tres economías más emergentes, Brasil, China e India, (Gráfica 1-2) y el gran esfuerzo que están haciendo por equipararse a las economías del norte teniendo una proyección muy positiva de la producción mundial para 2050.



Se proyecta que Brasil, China e India en forma conjunta representarán el 40% de la producción mundial para 2050, es decir por encima del 10% de 1950



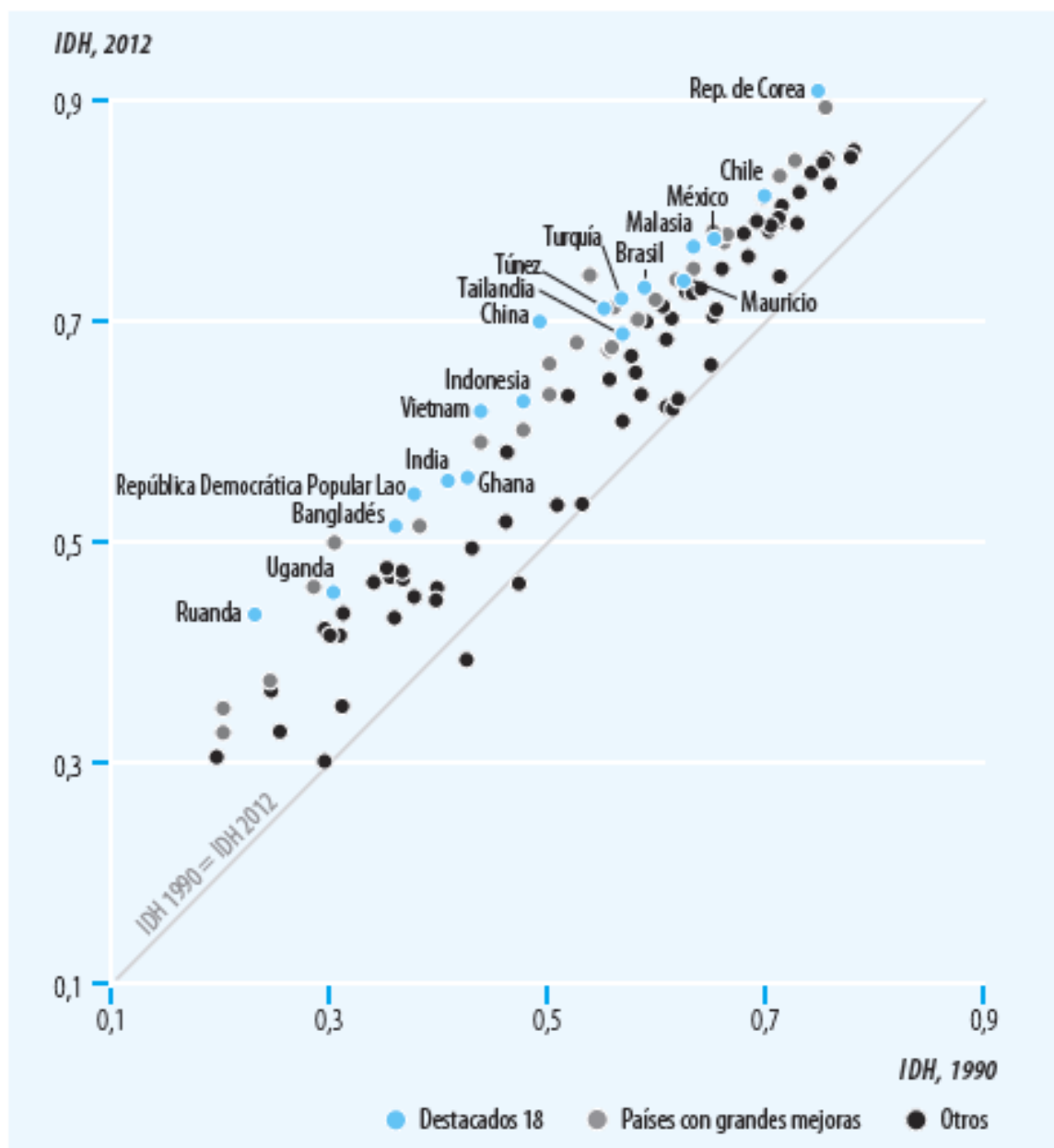
Nota: la producción se mide según la paridad del poder adquisitivo en dólares de 1990.

Fuente: interpolación realizada por la Oficina encargada del Informe de datos históricos de Maddison (2010) y proyecciones basadas en Pardee Centre for International Futures (2013).

Gráfica 1-1 Proyección de la producción mundial de Brasil, China e India (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Si bien es cierto que el crecimiento experimentado por estos tres países se ha traducido en un aumento de su IDH, hay que remarcar que un crecimiento económico no garantiza un crecimiento del desarrollo humano, por lo que hay que promover estímulos para crecer en los otros parámetros de la ecuación y no descuidar las zonas rurales donde aún sigue manteniéndose atrás de la cola en cuanto a desarrollo humano.

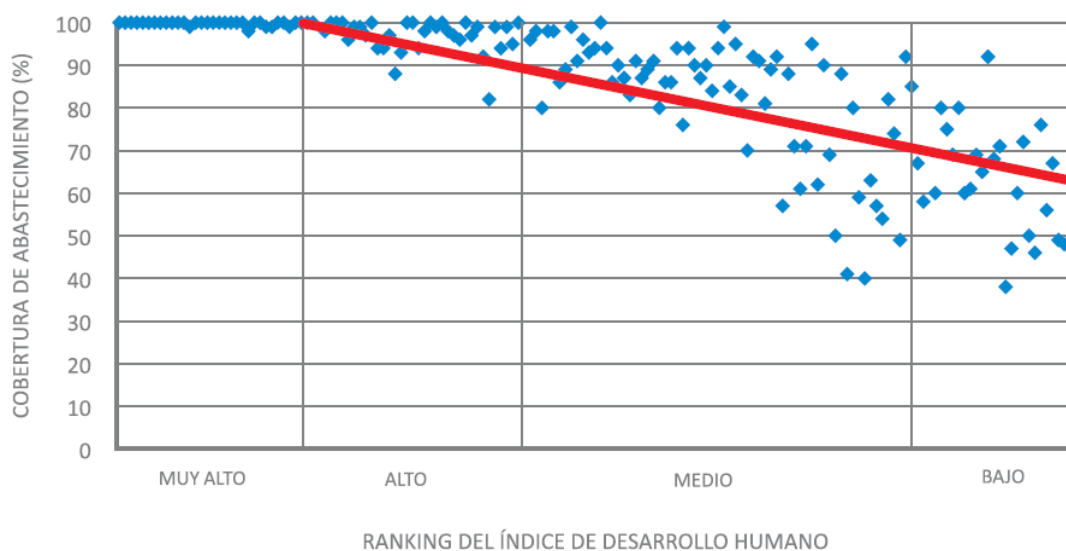
Más de 40 países del Sur obtuvieron incrementos en el valor del IDH entre 1990 y 2012 que fueron mucho mayores a los pronosticados en función de su valor del IDH en 1990



Nota: los países por encima de la línea de 45 grados tuvieron un valor del IDH más elevado en 2012 que en 1990. Los marcadores grises y azules indican los países con incrementos mucho más altos que los pronosticados del valor del IDH entre 1990 y 2012 en función de su valor del IDH en 1990. Estos países se seleccionaron a partir de los residuales obtenidos de una regresión del cambio en el logaritmo del IDH entre 2012 y 1990 sobre el logaritmo del IDH inicial de 1990. Los países etiquetados representan a un grupo seleccionado de países con notables mejoras del IDH, cuyos casos se mencionan en más detalle en el Capítulo 3.
Fuente: cálculos realizados por la Oficina encargada del Informe.

Gráfica 1-2 IDH de las economías emergentes (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Por tanto si analizamos los datos sobre el IDH y la cobertura de agua potable y saneamiento (Gráficas 1-3 y 1-4), vemos que existe una relación entre ambos, cuanto menor es el IDH menos es la cobertura que poseen en agua potable y saneamiento lo que pone de manifiesto que los esfuerzos para mejorar la calidad de vida en el mundo tienen que estar dirigidos en esta línea. Es necesario que tengan que estar respaldados por las instituciones gubernamentales a fin de reducir estas desigualdades y procurar el bienestar de la sociedad.



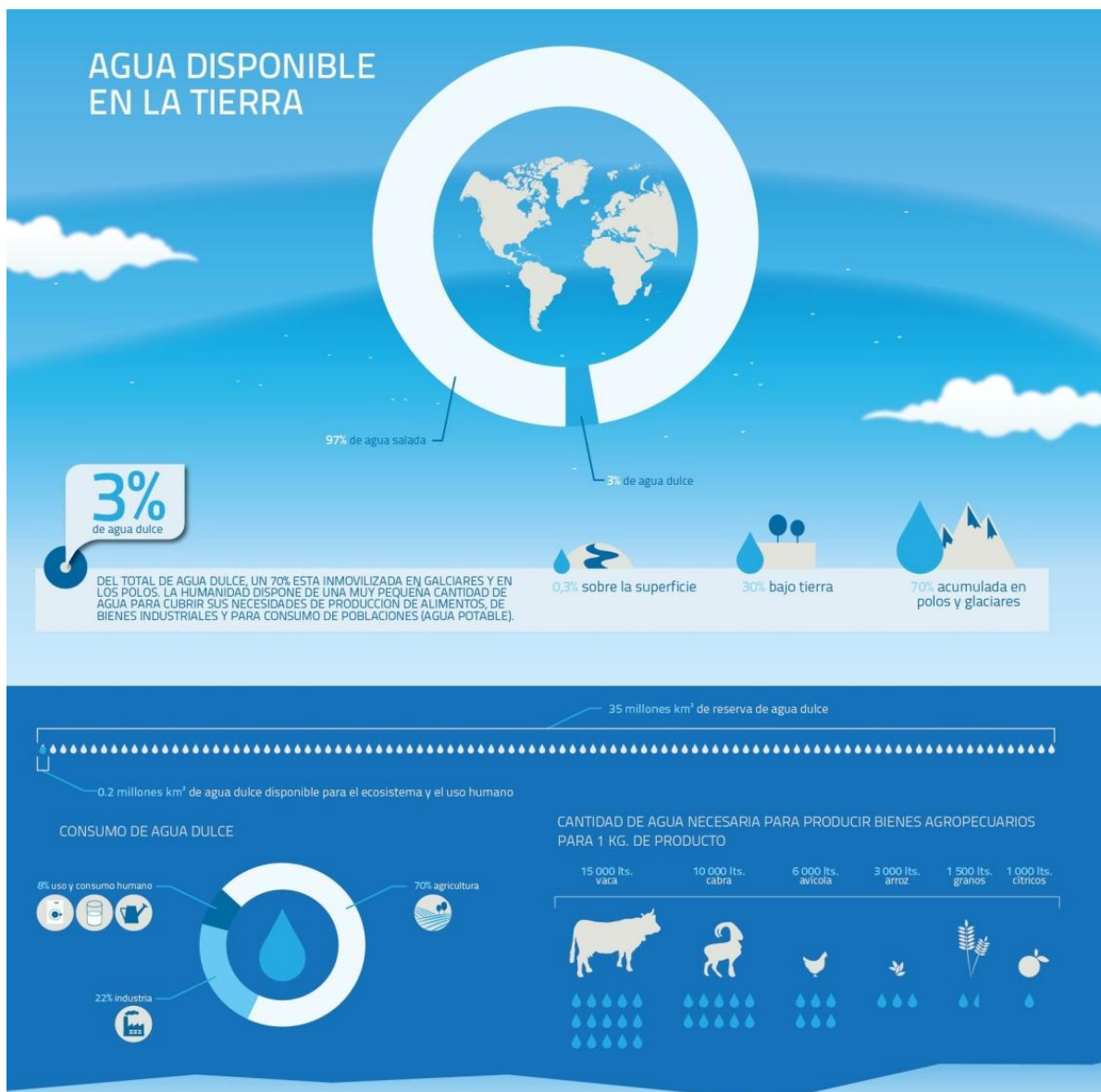
Gráfica 1-3 Relación entre Cobertura de abastecimiento y el IDH (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Gráfica 1-4 Relación entre Cobertura de saneamiento y el IDH (Ver apartado 5.1. Fuentes).

1.2.3. Problemática del agua

Los recursos hídricos en el planeta para el consumo humano son escasos (Gráfica 1-5) y de carácter local ya que no está disponible en todos los lugares del mismo modo, algo que, además de la problemática de cada país ya sea social o económica, dificulta el acceso al agua.



Gráfica 1-5 Agua disponible en la Tierra (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Es importante saber que el agua dulce en la tierra (3% del total disponible en la tierra) es un recurso limitado que solo se puede reponer mediante el ciclo del agua, lo que unido al crecimiento de la población y quizás también al cambio climático han

hecho de vital importancia aprovechar responsablemente las distintas fuentes de obtención

- **Aguas superficiales**: aquellas que circulan o se encuentran almacenadas sobre la superficie del suelo. Las animadas de un movimiento continuo por acción de la gravedad descienden desde los puntos más elevados y después de un recorrido más o menos regular se vierten en el mar. En forma genérica se denominan corrientes de agua. Otras aguas, en cambio se detienen en depresiones naturales donde se acumulan formando grandes depósitos. Se llaman lagos cuando ocupan grandes extensiones con gran profundidad, siendo esta última mayor que la de sus tributarios o emisarios. Los reservorios de menores dimensiones y profundidades se denominan lagunas y bañados cuando son de muy poca profundidad. Los esteros son abundantes en vegetación. Las cañadas son tierras bajas con poca o ninguna agua presente en la mayor parte del año, pero tienen una especie de cauce que durante las épocas lluviosas llevan aguas abundantes.



Figura 1-1 Tipología del agua confinada (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Aguas subterráneas**: Las aguas que se infiltran en el suelo, provenientes de las precipitaciones, ríos, lagos y lagunas de fondo permeable, descienden por acción de la gravedad y su velocidad de penetración es inversamente proporcional al grado de permeabilidad de los suelos que atraviesa. Las aguas pueden ser detenidas en su marcha por un estrato geológico impermeable, horizontal o inclinado, el cual retendrá el agua y su acumulación

llenará los vacíos existentes en el suelo y formará una napa o acuífero. Si la capa impermeable es horizontal, permanecerán en el lugar formado una napa estática, si fuera inclinada, iniciará un movimiento de traslación horizontal formando una napa dinámica, siendo la velocidad de traslación dependiente de la permeabilidad del suelo que la contiene. Cuando el estrato impermeable que ha detenido la infiltración tiene fallas o grietas o no es totalmente impermeable, se produce un nuevo descenso hasta otra barrera impermeable. Se habrá formado así una segunda napa o acuífero la que puede además recibir el aporte de aguas distantes. De esa manera se forman las sucesivas napas o acuíferas. Se las denominan libres cuando no llenan totalmente el espacio contenido entre los dos estratos impermeables y son cautivas o confinadas en caso contrario. Las aguas acumuladas sobre el primer estrato impermeable se denomina freáticas.

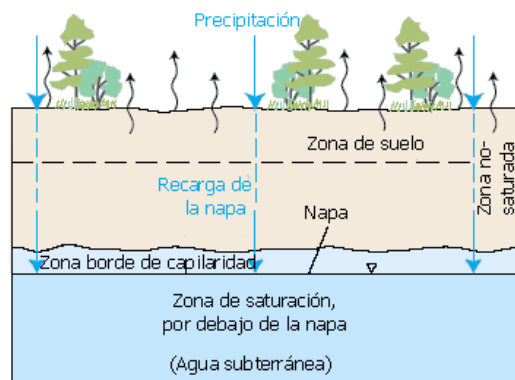


Figura 1-2 Esquema de filtración del agua en el suelo (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Aguas meteóricas:** son aquellas que se obtienen de los fenómenos meteorológicos tales como lluvia, nieve o granizo. Las aguas de lluvia son potables, las que provienen de la nieve derretida son de calidad inferior pues ya se suelen contaminarse al estar depositada sobre el suelos. Las aguas de lluvia no sufren por lo general alteración apreciable a través de su paso por la atmósfera, de la cual recogen cantidades ínfimas de anhídrido carbónico, oxígeno, nitrógeno y polvo en suspensión coloidal, con su posible contenido bacteriano. Para su recolección se requieren superficies muy extensas para

poder recolectar cantidades suficientes, usándose comúnmente el techo de las casas.

1.2.4. Captación del agua de lluvia

La recogida de agua de lluvia garantiza un agua limpia por destilación natural gracias al ciclo hidrológico del agua cuyas características químicas son mejores en zonas rurales, además de unos cuidados en la captación, almacenamiento y retirada de la misma.

1.2.4.1. El ciclo del agua

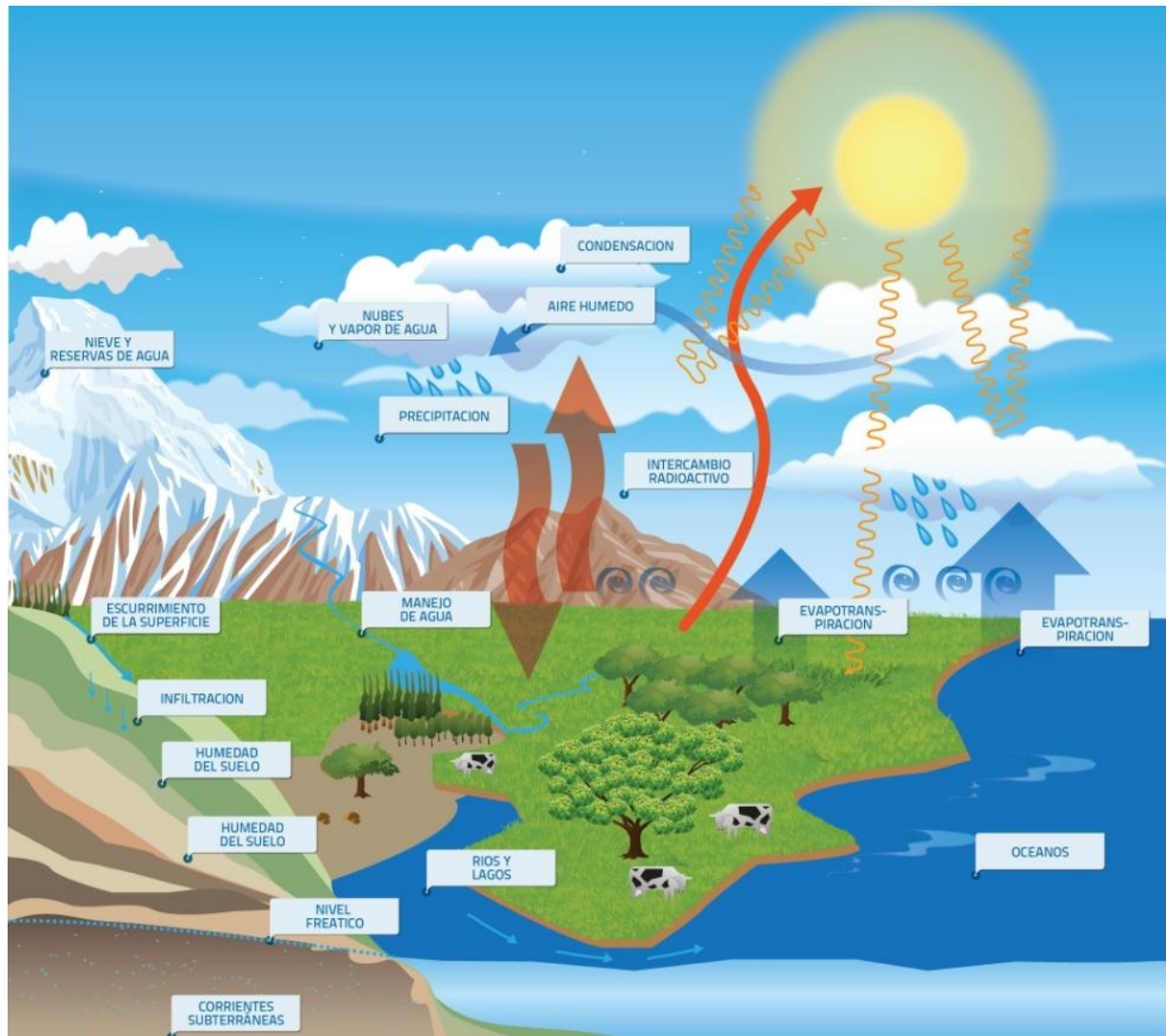
Antes de analizar los sistemas de captación de agua de lluvia veremos cómo es el ciclo del agua (Gráfica 1-6).

El agua disponible en la tierra está en constante movimiento, todo ello gracias a un proceso continuo en el que intervienen muchos actores y en el que se reparte de manera distinta alrededor de todo el planeta, desde los océanos hasta los ríos, pasando por las plantas, animales y personas, todos somos partícipes en el. Por tanto es de vital importancia saber cuál es el papel del ser humano en dicho proceso tanto para su aprovechamiento como para su conservación, además de poder entender y mejorar la captación y aprovechamiento del agua de lluvia.

Las fases son las siguientes:

- **Evaporación:** El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua. El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa formando nubes.
- **Precipitación:** Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, gotas que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve).





Gráfica 1-6 Ciclo hidrológico (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Retención:** No toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida (agua de interceptación por la vegetación, edificios, carreteras, etc.), y luego se evapora.

Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses (almacenamiento superficial) volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

- **Escorrentía superficial:** Otra parte circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos (escorrentía superficial). Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.
- **Infiltración:** Pero también una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno (infiltración) a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso.
- **Evapotranspiración:** En casi todas las formaciones geológicas existe una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua, que se denomina zona no saturada, y una parte inferior saturada en agua, y denominada zona saturada. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada. En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la transpiración de las plantas. Los fenómenos de evaporación y transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, y es por ello por lo que se utiliza el término evapotranspiración para englobar ambos términos.
- **Escorrentía subterránea:** El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la recarga de agua subterránea.

1.2.4.2. Técnicas de captación de agua de lluvia

Las diferentes técnicas para la captación de agua de lluvia están basadas en la experiencia a través de los tiempos, en la actualidad los métodos se han mejorado y optimizado por la gran iniciativa promovida por diversos países e instituciones (FAO - 2013).

A continuación mostramos las diferentes modalidades (FAO - 2013):

- **Microcaptación:** Consiste en captar la escorrentía superficial generada dentro del propio terreno de cultivo, en áreas contiguas al área sembrada o plantada, para hacerla infiltrar y ser aprovechada por los cultivos. También es



denominada como captación in situ, por tratarse de un proceso de captación y uso en un lugar cercano o contiguo. Por sus características, las técnicas de microcaptación se destinan al suministro de agua para cultivos.

- **Macrocaptación:** Consiste en captar la escorrentía superficial generada en áreas más grandes, ubicadas contiguas al cultivo (macrocaptación interna) o apartadas del área de cultivo (macrocaptación externa), para hacerla infiltrar en el área de cultivo y ser aprovechada por las plantas.
- **Cosecha de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables:** Esta es la modalidad más conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico.
- **Captación de aguas subterráneas y freáticas:** En muchas regiones con déficit hídrico hay posibilidades de aprovechamiento de aguas subterráneas y freáticas para diferentes finalidades, dependiendo de la calidad, disponibilidad y modalidad de extracción.
- **Captación de agua atmosférica:** En algunas condiciones de clima y orografía, es factible la captura y aprovechamiento de la humedad atmosférica que se desplaza cerca de la superficie en forma de niebla.

1.2.4.3. Casos en el mundo

Desde la antigüedad se han ido usando distintos métodos para su aprovechamiento estos son varios ejemplos de la metodología a través del mundo:

- **Asia**
 - **India:** Diversas son las ciudades de la India que poseen sistemas de recogida de lluvia, un ejemplo es Bangalore donde en una colonia residencial poseen dos pequeños tanques, Narasipura 1 y Narasipura



2, que recogen el agua de lluvia y actúan como tanques de percolación para recargar el acuífero. Cerca de 15 de pozos perforados luego abastecen de agua a la colonia de aproximadamente 2000 casas. Las aguas residuales vertidas por cada casa se recoge y se trata tanto física como biológicamente a través de un sistema de humedales artificiales y es llevado a Narasipura 2. El ciclo de suministro de agua y tratamiento de agua residuales se completa dentro de un área geográfica pequeña, de una manera ecológica y económicamente adecuada.

- Japón: Desde 1994, después de la Conferencia Internacional sobre la utilización de agua de lluvia, hubo un crecimiento sobre la importancia que tiene la recogida de agua de lluvia. A nivel comunitario, una simple y única instalación de utilización de agua de lluvia, "Rojison", se ha establecido por las autoridades locales residentes en el distrito Mukojima de Tokio para utilizar el agua de lluvia recogida de los tejados de las casas privadas para riego de jardines, extinción de incendios y agua potable en las emergencias.

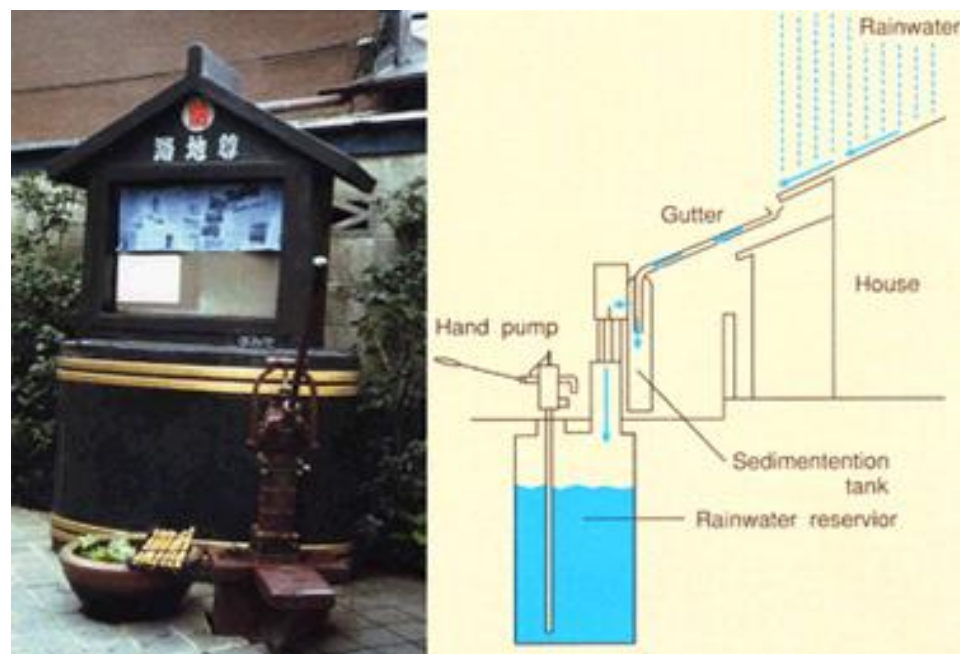


Figura 1-3 Sistema "Rojison" y esquema de recogida de agua de lluvia (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Europa**

- Alemania: En Alemania existe un interés creciente en la recogida de aguas pluviales de los hogares, sobre todo a nivel del gobierno local. Debido a la grave contaminación industrial del aire y regulaciones estrictas con respecto a los estándares de agua potable, los suministros de agua de lluvia de los hogares se limitan a usos no potables, como descarga de inodoros, lavado de ropa, y el riego de jardines. Además de reducir la demanda de agua para uso doméstico en general, los beneficios de la utilización del agua de lluvia incluyen el control de inundaciones y la reducción de los requisitos de capacidad de drenaje de aguas pluviales. Cuando se utiliza en conjunción con un pozo de infiltración para devolver cualquier desbordamiento al suelo, los sistemas también mejoran la recarga de agua subterránea. La mayoría de los depósitos de los hogares se construyen bajo tierra y un diseño reciente incorpora un anillo poroso en la parte superior del tanque por lo que cuando es más que medio lleno, el agua se filtra de nuevo en el suelo.

- **América**

- Estados Unidos: En la isla de Hawái, los sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales se han construido para abastecer de agua para 1.000 trabajadores y residentes, y a 10.000 visitantes al día del parque nacional de los Volcanes de Hawái. El sistema de aprovechamiento de aguas pluviales del parque incluye la azotea de un edificio con una superficie de 0,4 hectáreas, un área de captación de tierra de más de dos hectáreas, tanques de almacenamiento con dos depósitos de hormigón armado de agua con 3.800 m³ capacidad de cada uno, y 18 tanques de agua de secoya con 95 m³ de capacidad cada uno. Varios edificios más pequeños también tienen sus propios sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. Una planta de tratamiento de agua

y el bombeo fue construida para proporcionar a los usuarios un agua de buena calidad (Figura 1-4).



Figura 1-4 Tanque de madera para recogida de agua de lluvia en Hawái (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **África**

- Botsuana: Miles de sistemas de captación y tanques de techo se han construido en un número de escuelas primarias, centros de salud y casas de gobierno a lo largo de Botsuana por los ayuntamientos y de distrito dependientes del Ministerio del Gobierno Local, Tierra y Vivienda (MLGLH en sus siglas en inglés). Los tanques originales fueron prefabricados de acero galvanizado y otros de ladrillo. Los tanques de acero galvanizado no han obtenido buenos resultados, con una corta vida útil de aproximadamente 5 años. Los tanques de ladrillo son impopulares, debido a las fugas causadas por las grietas, y los altos costos de instalación. A principios de la década de 1980, el MLGLH ha reemplazado estos tanques en algunas áreas con 10-20 m³ por tanques de ferrocemento promovidas por el Centro de Tecnología de Botsuana. La experiencia con los tanques de ferrocemento en Botsuana es mixta, algunos han funcionado muy bien, pero en otros ha habido filtraciones, posiblemente debido al pobre control de calidad.

1.3. Contexto local. El problema del acceso al agua en el “semiárido”.

Brasil es el país con más agua dulce del mundo (concentra en torno al 12% del agua dulce del planeta), pero la contaminación y su uso inadecuado compromete seriamente la disponibilidad de este recurso, principalmente en la región del Nordeste donde los índices de desarrollo y los indicadores sociales son los más bajos del país (Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)- AECID).

Los datos arrojados por el *Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 Update* dice que en los últimos 10 años, el acceso al agua en zonas rurales ha aumentado del 77 al 85% mientras en las zonas urbanas ha pasado del 98 al 100% (UNICEF/OMS, 2012) lo cual pone de manifiesto que los esfuerzos tienen que estar dirigidos hacia las zonas rurales y las menos favorecidas. A lo largo de estos diez años, en Brasil se han ido promoviendo programas sociales como “Programa Um Milhão de Cisternas” (P1MC) llevado a cabo por “Articulação Semiárido Brasileiro” (ASA), red formada por organizaciones que gestionan políticas de convivencia con el semiárido brasileño.

EL programa P1MC está basado en el aprovechamiento del agua de lluvia en el semiárido brasileño, uno de los más lluviosos del mundo, donde las condiciones climáticas, 3 a 5 meses de lluvia, precipitación media de 750mm/año, variando de 250 a 800mm/año y una elevada evapotranspiración (evaporación de 3000mm/año. Malvezzi, 2007) hacen que la recogida de agua de lluvia sea una de las formas más sencillas y de bajo costo para paliar el déficit de agua en la región.

1.3.1. Programa cisternas

En el estado de Alagoas, cuya área territorial es de aproximadamente 27.779,34 km² y según los datos del último Censo Demográfico hecho por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística–IBGE, posee una población de cerca de 3.120.494 habitantes; se caracteriza por presentar una elevada vulnerabilidad a la sequía. Ello es debido a que el 42,80% de su territorio se encuentra en la llamada región sertaneja, sus peculiares características -déficit hídrico y elevada evapotranspiración- la diferencian de las demás regiones de Brasil. En este sentido,



la construcción de cisternas de placa en el Sertão de Alagoas con capacidad de almacenamiento de 52 mil litros de agua de lluvia para el consumo de alumnos y manutención de las escuelas rurales, en el contexto de adopción de tecnologías sociales, representa invertir en alternativas, comprobadamente eficaces y de bajo coste, para la universalización del atendimento de la carencia del agua en el conjunto de 108 escuelas de 13 municipios.

La iniciativa “Agua en las escuelas”, también llamada Programa de Cisternas de Tercera agua, se engloba dentro del Programa Cisternas BRA-007-B firmado en 2009 entre la Agencia Española de Cooperación (AECID), el Instituto Ambiental Brasileiro Sustentável (IABS) y el Ministério de Desenvolvimento Social (MDS); cuyo principal objetivo es contribuir para la transformación social, promoviendo la preservación, el acceso, la gestión y la valorización del agua como un derecho esencial a la vida y a la ciudadanía, ampliando la comprensión y la práctica de la convivencia sustentable y solidaria con el Semiárido brasileiro. En él, además de las cisternas de tercera agua, se incluyen otras líneas de actuación, como son la construcción de cisternas domiciliarias (Primera Agua) y para las actividades de pequeña producción en familias (Segunda Agua).

En la Región de Sertão alagoano, es el Consorcio Para el Desenvolvimento de la Región de Ipanema (CONDRI) entidad de derecho pública y sin fines lucrativos, el responsable de la ejecución del proyecto “Agua para educar”, además de los programas de Primera y Segunda Agua de la región. Cabe también mencionar como participante activo en el Proyecto de Tercera Agua, a la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), quién a través del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo (itdUPM) y varios de sus grupos asociados, realizan una evaluación de impacto compuesta por; una evaluación técnica de la parte constructiva de las cisternas; una evaluación del modelo de gestión utilizado; un análisis de la calidad del agua suministrada y una evaluación de impacto sobre las mejoras en las



condiciones de vida de la comunidad escolar debidas a la implementación de las cisternas escolares.



Figura 1-5 Cisterna de captación de agua de lluvia en una escuela de Major Isidoro, Alagoas (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Para alcanzar el objetivo del citado Proyecto; garantizar el acceso al agua para el consumo humano en comunidades escolares de la Región de Ipanema en Alagoas con la construcción de 108 cisternas de placa con capacidad para almacenar 52 mil litros de agua (Figura 1-5) y una pequeña reforma en los tejados de las escuelas rurales; CONDRÍ acordó realizar una serie de actividades además de la propia construcción. De este modo, se han realizado talleres de capacitación de los beneficiarios directos en GAGE – Gestión del Agua para el consumo humano, de acuerdo con las orientaciones metodológicas y de contenido del IABS/MDS, así como la realización de un taller de capacitación de albañiles.

1.3.2. Descripción de la tecnología

Para la implementación del programa es necesaria la construcción o modificación de ciertos elementos, a continuación describiremos los elementos esenciales para el sistema de captación de agua de lluvia (Figura 1-6):

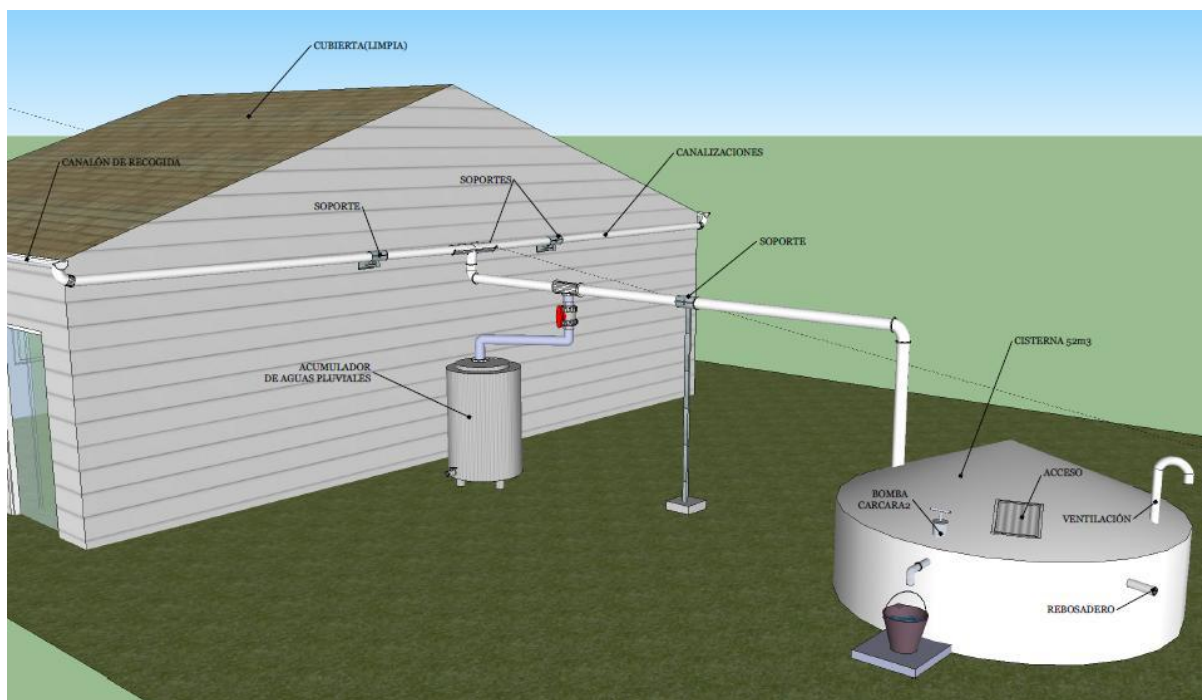


Figura 1-6 Esquema del sistema de recogida de agua de lluvia y cisterna (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Localización:** El lugar seleccionado para la construcción debe de estar situado lejos de rellenos sanitarios, corrales, acequias u otros puntos de contaminación que puedan poner en peligro la calidad del agua y/o poner en peligro la estructura de la cisterna. La cisterna debe de estar cerca de la casa de la familia o de otros edificios, para facilitar la colocación de canalones, tuberías de captación y propio acceso al agua.
- **Tanque de almacenamiento:** El depósito de almacenamiento para el agua de lluvia e puede construir usando diferentes materiales. Actualmente, el modelo más ampliamente usado es las losas prefabricadas, pero otros, tales como, por ejemplo, la malla de alambre y cemento ya está teniendo buena aceptación por presentar costos aceptables y flexibilidad en el tamaño del depósito de almacenamiento.

- **Área de captación:** Es esencial para capturar la lluvia precipitada, permitir que fluya a través de los carriles de depósito y tuberías. Generalmente se usa como un área de captación el techo de la vivienda, por ello es necesario que, además del tamaño necesario, que la superficie para captar el agua de lluvia sea regular.
- **Canaletas:** Toda cisterna debe de contar con un sistema de canaletas para conducir el agua del área de captación, normalmente el tejado de las casas, hacia el tanque de almacenamiento. Deben haber algunos cuidados tratando de recoger el agua sin provocar desperdicios. Con las altas temperaturas, comunes en el semiárido, generalmente las canaletas de PVC se deforman lo que dificulta la captación del agua, especialmente cuando las lluvias son intensas.
- **Cerca de alambre:** La cisterna debe de estar cercada a fin de evitar que pequeños animales suban sobre la cisterna dejando suciedad y evitando que los niños sufran accidentes.
- **Bordillo:** La cisterna debe contener un bordillo a fin de evitar la infiltración del agua de lluvia en los lados del tanque de almacenamiento que puedan poner en peligro la estructura.
- **Rebosadero:** Su misión es permitir la retirada del exceso de agua en la cisterna.
- **Aireadores:** La cisterna debe tener tubos en sus paredes para permitir la renovación del oxígeno disuelto en el agua. Los extremos de estos tubos deben tener una malla a fin de evitar que entren pequeños animales y materiales grandes.
- **Bomba:** Para evitar el contacto directo con el agua, y en algunos casos, el uso de contenedores no adecuados, la cisterna debe tener una bomba manual de manera que permita la extracción del agua a un depósito más pequeño.

- **Puerta:** Contendrá una pequeña puerta que permita la limpieza regular de la cisterna y deberá mantenerse cerrada para evitar accidentes de niños y animales.
- **Dispositivo de recogida de primeras lluvias:** El sistema debe contar con un dispositivo que facilite la recogida de las primeras aguas de lluvia de la temporada a fin de evitar que estas lleven dentro de la cisterna la suciedad que pueda estar acumulada sobre el área de captación y canaletas. Se puede establecer en recoger los primeros 10 a 15 minutos de lluvia o delimitar el depósito en función del área de captación, recoger un litro por cada metro cuadrado.

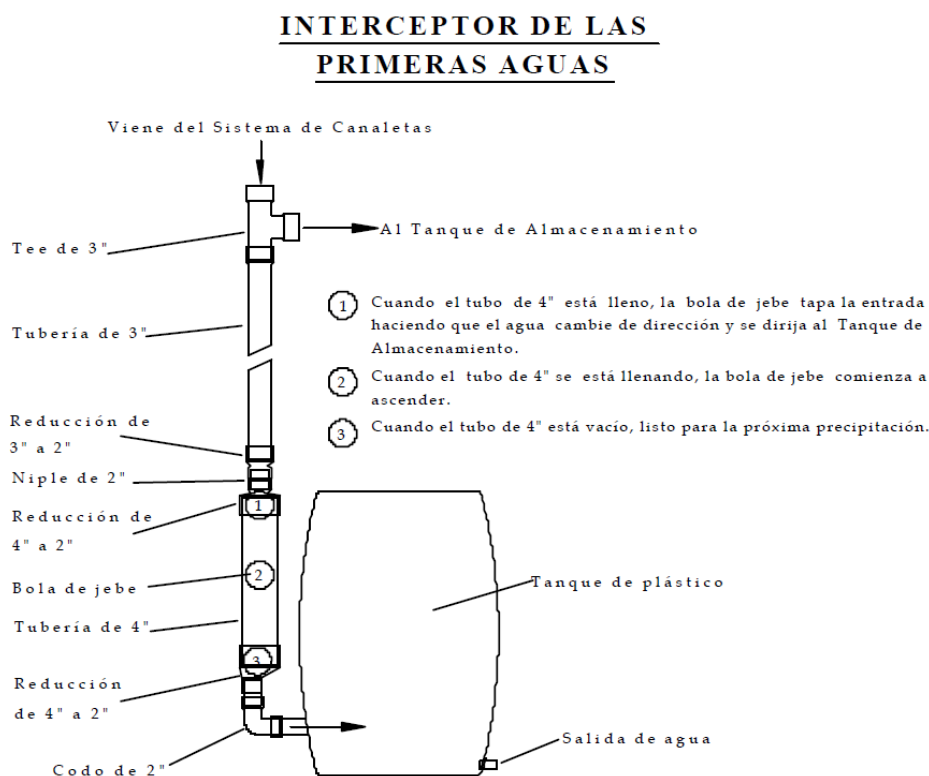


Figura 1-7 Esquema de dispositivo descarte de primeras aguas de lluvia (Ver apartado 5.1. Fuentes).

En lo que se refiere a la construcción, es necesario tener en cuenta que la cisterna debe estar enterrada de la mitad a dos tercios de su altura (Figuras 1-8 y 1-9). Su totalidad consiste en placas de cemento con tamaño de 50 por 60 centímetros, y con 4 a 5 centímetros de espesura, curvadas de acuerdo con el radio proyectado en la

pared de la cisterna. Las placas están fabricadas en el local de construcción en moldes de madera o hierro. Para evitar que la pared se caiga, durante la construcción, las placas son colocadas con argamasa de cemento y se espera un período de 8 horas para que la masa del cemento esté seca. En seguida, se enrolla alambre de acero galvanizado en el lado externo de la pared de la cisterna. Después, es hecho un pretensado en cada alambre de acero que rodea la cisterna para mejorar la fijación y soporte de presión después del llenado; posteriormente, es hecho el revoco interno y externo.

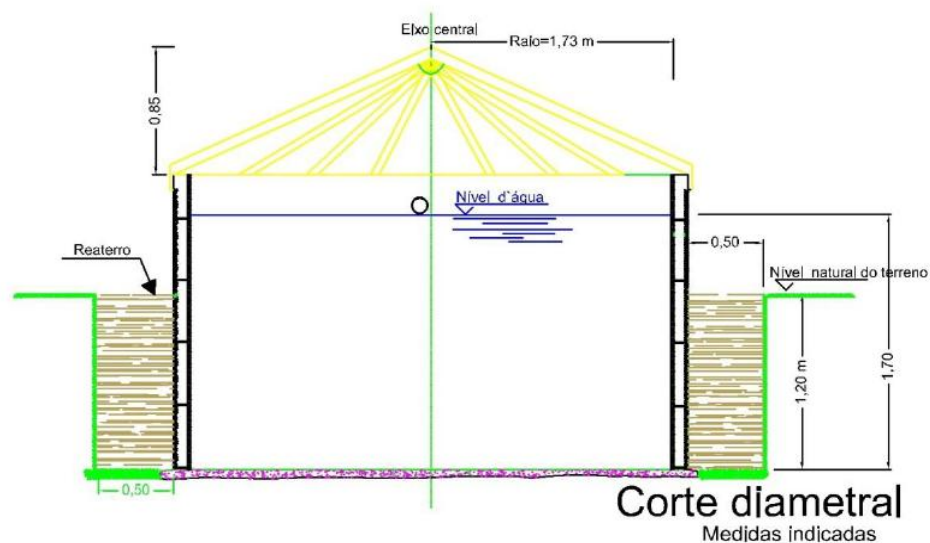


Figura 1-8 Vista en sección de una cisterna de 16000 litros (Ver apartado 5.1. Fuentes).

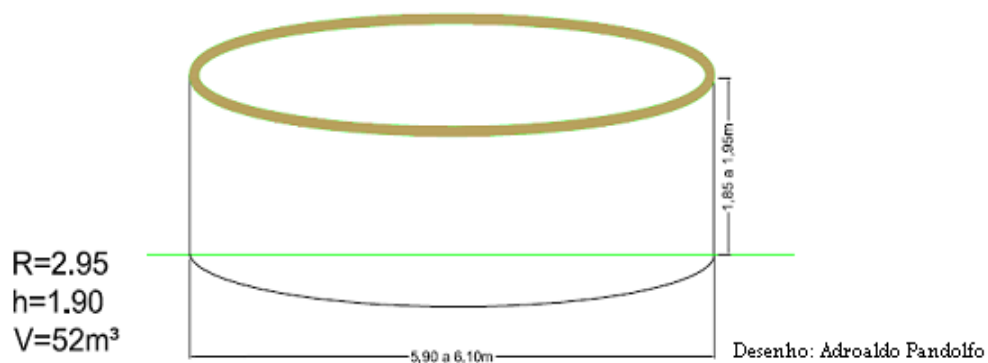


Figura 1-9 Medidas de la cisterna de 52.000 litros (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Finalmente, se construye la cubierta con otras placas pre-moldeadas en formato triangular, usando o una mezcla de argamasa más reducida (Figuras 1-10 y 1-11). Estas son colocadas encima de vigas de concreto armado, entonces, se hace el revoco externo de la cubierta.

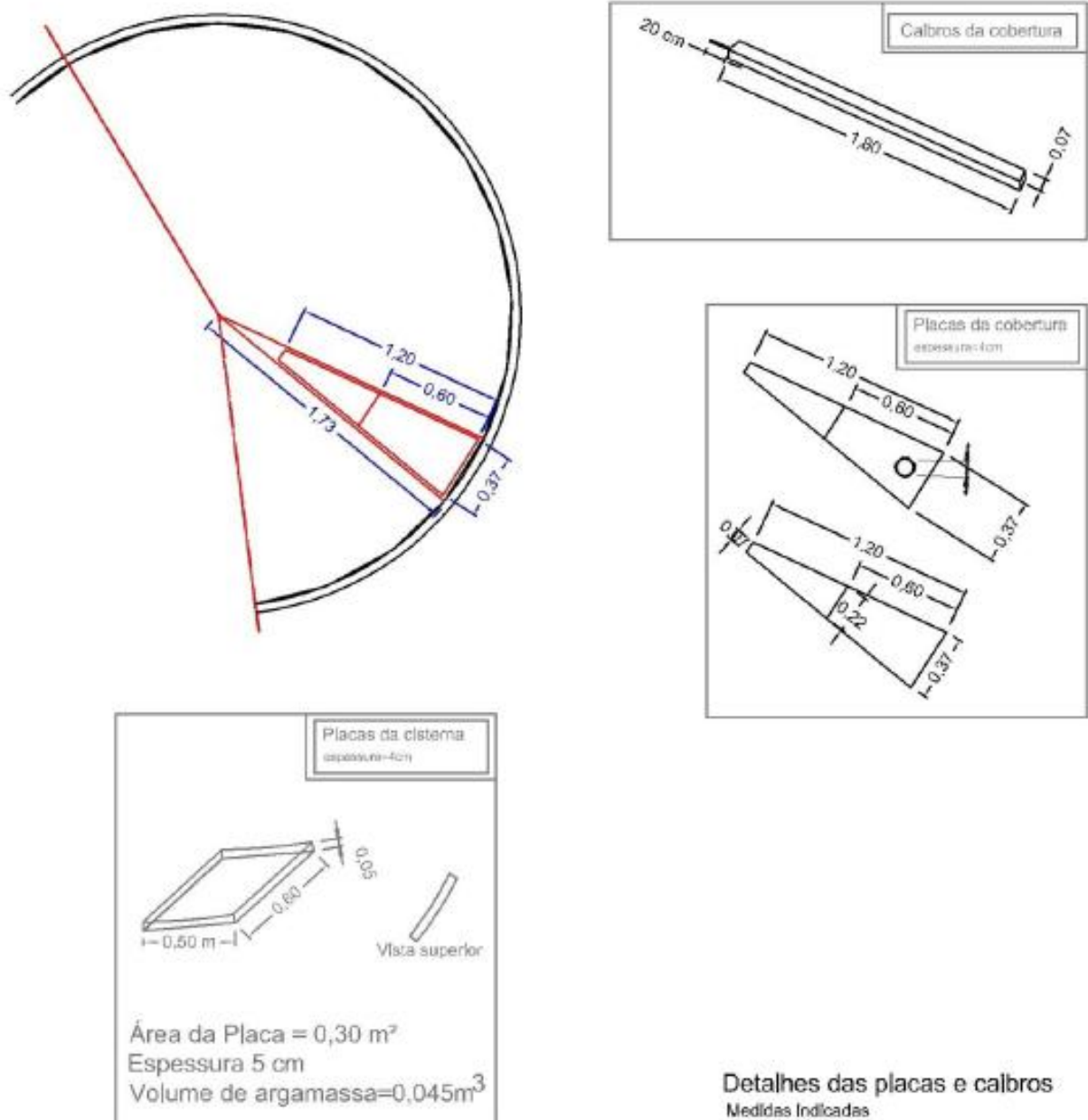


Figura 1-10 Detalle de placas y viguetas para una cisterna de 16000 litros (Ver apartado 5.1. Fuentes).

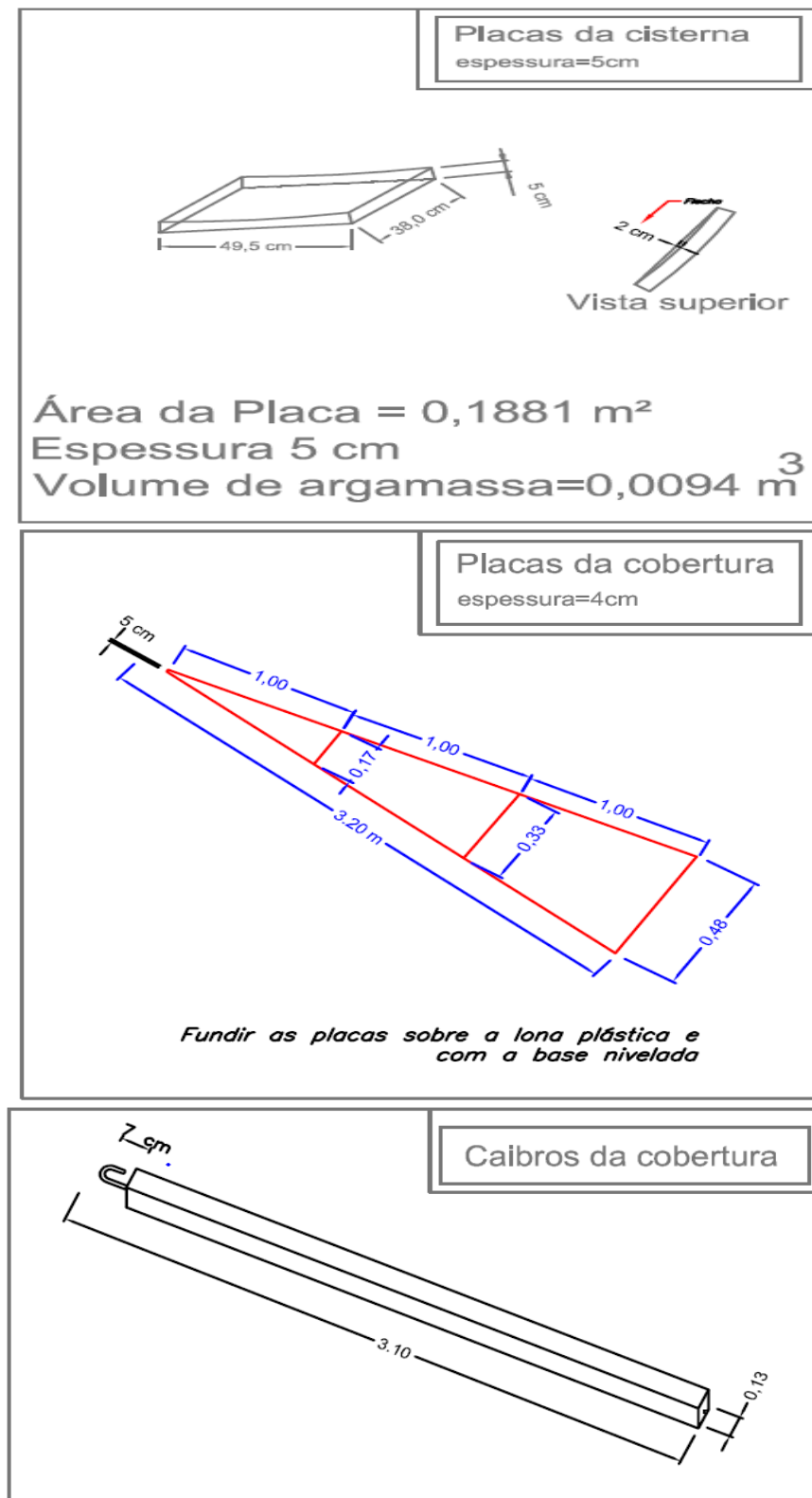


Figura 1-11 Detalle placas y viguetas para la cisterna de 52.000 (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Después del secado del cemento, se debe pintar toda la cisterna con cal. Son parte de la construcción también; la excavación, la reforma del tejado, la instalación de la bomba manual Carcará II para la retirada del agua (Figura 1-12), la instalación de las tuberías y canalones y finalmente la identificación por medio de una placa numerada.



Figura 1-12 Instalación de la primera bomba manual Carcará II en una escuela de Major Isidoro, Alagoas. (Octubre/2012) (Ver apartado 5.1. Fuentes).

La cisterna está considerada construida (finalizada), solo una vez que sea identificada, georreferenciada, fotografiada y que la comunidad escolar por medio del director de la escuela firme un contrato declarando el recibimiento de la cisterna en perfecto estado.

1.3.3. El camino del agua en las escuelas acogidas al programa. Calidad y dotación.

Resulta muy apropiado utilizar el concepto “camino del agua” para referirse al recorrido del agua desde su origen hasta el punto directo de utilización en las escuelas, con intención de hacer hincapié y recoger todas las posibles causas y/o

vías de contaminación desde la llegada del agua a la cisterna hasta su consumo. De este modo, es posible diferenciar varios puntos críticos de contaminación: contaminación en el origen, en la cisterna, en la extracción del agua de la cisterna y en el camino desde la extracción hasta su uso.

El riesgo de contaminación del agua depende en primer lugar de su procedencia. Algunas de las escuelas reciben agua canalizada desde el Río San Francisco en Pão de Açúcar a través de la Compañía de Saneamiento de Alagoas (CASAL), con tratamiento por cloración. Sin embargo, la gran mayoría de las escuelas son abastecidas por camiones (carros-pipa) que pueden ser de la Defensa Civil (dentro de los programas Operação Pipa y Água é Vida) o municipales, y aunque el agua en ambos casos procede normalmente también de la CASAL, el riesgo de contaminación se ve incrementando por la condiciones higiénicas del carro pipa, además del descenso de cloro ocasionado por el transporte desde la estación de tratamiento a la escuela en cuestión. No obstante, es de señalar, que debido al brote de diarrea que se extendió en más de 52 municipios del Estado entre los meses de Junio y Agosto del 2013 dejando 52 muertes, se han reforzado los controles sanitarios de los carros pipa, e incluso en algunos de los municipio se ha establecido un monitoreo por cloro residual.

De modo general, en el ámbito rural, lejos de las zonas industrializadas y por consiguiente, sin contaminación atmosférica, el agua de la lluvia presenta calidad aceptable para el consumo humano, debido al proceso de destilación natural del ciclo hidrológico. Aun así, el agua de la lluvia es muy susceptible de contaminarse desde el área de captación hasta la cisterna. Por ello, el programa Cisterna de Tercera agua llevado a cabo por CONDRI contempla la reparación de los tejados de cada escuela; retejado, lavado de las tejas y desinfección de todo el tejado; además de forrar el tejado con lona de plástico para garantizar una mejor forma de captación y control de las enfermedades causadas por los murciélagos y pardales. Aun así, el descarte de las primeras aguas de cada lluvia es crucial para garantizar la calidad



del agua, y en caso de ser efectuada manualmente debe establecerse un procedimiento que asegure su buena gestión. Del mismo modo, la manutención de los canalones, tuberías y el lavado del tejado anual son clave para el cometido.

El riesgo de contaminación en la propia cisterna puede ser reducido adoptando medidas preventivas. En primer lugar, la cisterna no debe ubicarse en locales próximos a árboles grandes, corrales, gallineros, fosas sépticas y depósitos de basura, con objeto de evitar infiltraciones que pudieran ocurrir por grietas en la cisterna. El rebosadero de la cisterna debe estar protegido de la entrada de animales y la entrada del agua de lluvia debe diseñarse de modo que no se produzca turbulencia, para no remover el lodo sedimentado en el fondo. Así mismo, el exceso de material o ausencia de lavado puede provocar el desprendimiento de cemento en el agua de la cisterna.



Figura 1-13 Extracción del agua de una cisterna antigua con balde y cuerda en una escuela de Canapi, Alagoas (Ver apartado 5.1. Fuentes).

La bomba manual Carcará II desempeña un papel fundamental para prevenir la contaminación dentro de la cisterna. En la primera toma de contacto del equipo UPM (que incluyó la visita de 58 escuelas del programa) se detectó que más del 90% de

escuelas que ya tenían cisternas antes del proyecto (muchas de ellas deterioradas o mal conservadas) extraen el agua por el método tradicional, con un balde atado a una cuerda (Figura 1-13). Ello puede provocar la contaminación de la totalidad del agua de la cisterna. La bomba Carcará II reduce el riesgo de contaminación, permitiendo que la cisterna se mantenga siempre cerrada, incluso a la hora de la recogida.

El camino del agua realiza su último eslabón desde la retirada del agua hasta su uso. El uso de recipientes lavados adecuadamente y categorizados por usos, con aquel de no utilizar el mismo recipiente de almacenamiento para lavar que para consumir, pues no requieren de las mismas condiciones higiénicas, deben ser realizados en la medida de lo posible. Muchas de las escuelas del programa actualmente utilizan filtros de cerámica para reducir la contaminación del agua para beber, y más del 70% aseguran que normalmente utilizan cloro proporcionado por el Ministerio de Salud, aunque a veces también afirman que no es suministrado en cantidades suficientes. Si las barreras preventivas comentadas anteriormente no son llevadas a cabo con éxito, con estudios y monitoreo que lo demuestren, es imprescindible establecer medidas correctoras, como puede ser la cloración, para garantizar que la calidad bacteriológica del agua es apta para el consumo.

Gracias a un pequeño estudio preliminar realizado por CONDRI, se estableció 8 litros/día como consumo medio por alumno, dotación pendiente de confirmar en próximos estudios más detallados. Teniendo en cuenta la irregularidad de las precipitaciones anuales y de alumnos por escuela (oscilando entre 12 y 429 alumnos), es posible predecir que el abastecimiento exclusivo por agua de lluvia no será garantizado en muchas de las escuelas, teniendo que recurrir en muchos casos a las fuentes tradicionales de agua, principalmente por carro pipa.

1.4. Las bombas manuales como tecnología social

Es innegable la utilización de las bombas manuales como tecnología adecuada para la soluciones a los problemas planteados en la recogida de agua. En el caso de programa “Cisternas para Escuelas” la implementación de la Bomba Carcará II ayuda a paliar la contaminación del agua almacenada en las cisternas al utilizar medios invasivos como cubos u otro utensilio que no esté controlado.

Pero antes de implementar una bomba manual hay que analizar los factores condicionantes a la hora de elegir el modelo adecuado. Una vez identificados estos factores queda la elección de la bomba manual, la cual, dependiendo para el uso escogido, deberá cumplir con los requerimientos mínimos para la que ha sido elegida, estableciéndose como norma que una bomba manual podrá abastecer a una población de 100 a 200 personas, con un caudal medio aproximado de 0,2 litros/segundo, duración aproximada de 12000 a 16000 horas, por lo que la vida media estará entre los 12 y 15 años, dependiendo un buena parte de un correcto mantenimiento y uso (Mancebo – Jiménez, 2010).

Un análisis comparativo sobre el tipo más adecuado nos arroja los siguientes aspectos que nos ayudan en la elección del tipo de bomba manual (Mancebo – Jiménez, 2010):

- Generales:
 - Demanda de agua
 - Profundidad del nivel freático
 - Existencia de bombas manuales en la zona
 - Análisis positivo de pertinencia
 - Garantías sociales de gestión
 - Contribución al desarrollo local
- Específicos:
 - Tipo de sondeo existente o proyectado



- Debilidad y fortaleza del mecanismo de transmisión de potencia
- Presiones hidráulicas en base de columnas y posibilidad de fugas en uniones y juntas
- Disponibilidad de acceso a repuestos adecuados
- Posibilidad de reparación. Personal capacitado en la comunidad para el mantenimiento correctivo y preventivo
- Costes viables en compra de la bomba, instalación y gestión

1.4.1. Tipos de bombas manuales

El principio de funcionamiento de las bombas manuales se basa en el de desplazamiento positivo, se caracterizan porque el caudal impulsado es sensiblemente independiente de la presión de descarga, el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas.

Algunos de los tipos de bombas más comunes son los siguientes:

- Bombas de émbolo
 - De succión o aspirantes
 - Impelentes. De émbolo sumergido.
- Bombas de cuerda o mecate
- Bombas rotativas
- **Bombas de émbolo:** alternativo, que tienen uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan mediante válvulas que abren y cierran alternativamente (Figura 1-14).

- De succión o aspirantes: Las bombas manuales de émbolo aspirantes se basan en la succión que provoca un pistón cuando desliza dentro de un cilindro conectado con el agua de un recipiente o de un pozo. Dos válvulas antirretorno antes y después del pistón se encargan de abrir y cerrar el paso del agua al cuerpo de la bomba y a la tubería de elevación, en su caso. El pistón se sitúa en la cabecera del pozo y por ello la depresión en ningún. El uso de este tipo de bomba presenta por tanto la importante limitación de la altura de aspiración, quedando reducida en general a 7,5 metros.
- Impelentes. De émbolo sumergido: Las bombas impelentes tienen el émbolo sumergido y elevan el agua desde profundidades superiores a los 30 - 40 metros. El accionamiento es en general de palanca, de manera que el esfuerzo humano es amplificado y a la vez se regula y limita el recorrido o carrera del pistón dentro del cilindro.

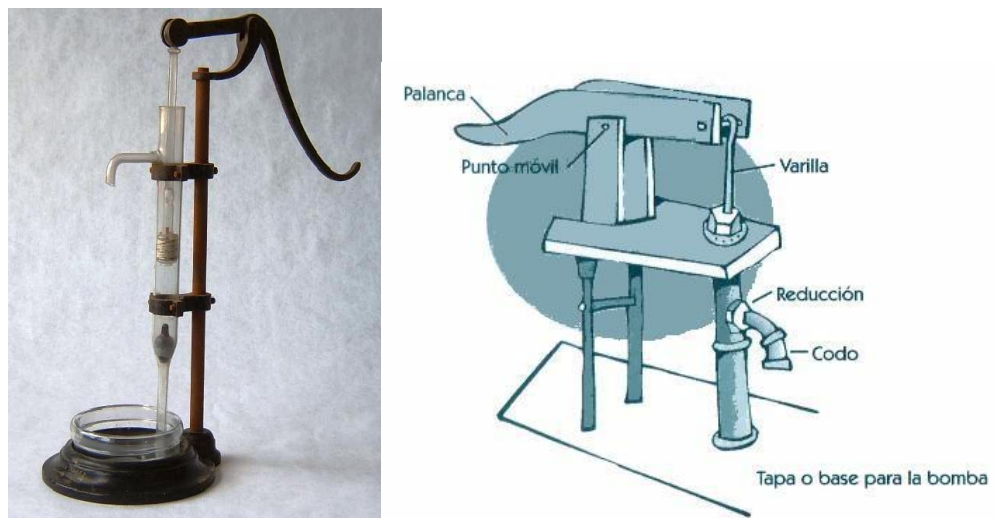


Figura 1-14 Bombas de émbolo (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Bombas de cuerda o mecate**: es una bomba volumétrica de desplazamiento positivo que basa su funcionamiento en la captura y confinamiento de una sucesión de pequeños volúmenes de agua que, de manera similar a una noria, eleva hasta el brocal del pozo (Bomba de Mecate I (BM-I)), o hasta una

altura superior, 3-6 metros (Bomba de Mecate II (BM-II)) donde puede acumularse para su distribución por una red a distintos puntos de agua. Para conseguir este objetivo se dispone una cuerda que arrastra un tren de pistones separados 1 metro, a los que atraviesa por un orificio central. Cuando se hace pasar la cuerda con los pistones por el interior de un tubo de plástico, de diámetro algo mayor que los pistones, con suficiente holgura para su deslizamiento, el agua, que ha sido atrapada en el tramo sumergido del tubo vertical, se eleva con la cuerda ya que los pistones impiden su retroceso por el tubo. A la altura requerida se dispone una salida lateral del tubo por la que el agua es conducida por gravedad hasta el depósito elevado. La cuerda continúa su camino e invierte su dirección ascendente rodeando una rueda superior, tras la que se dirige hacia la rueda tractora inferior situada cerca del nivel del suelo, que tira de la cuerda al forzar manualmente su giro, y de ahí desciende de nuevo al pozo en un circuito cerrado.

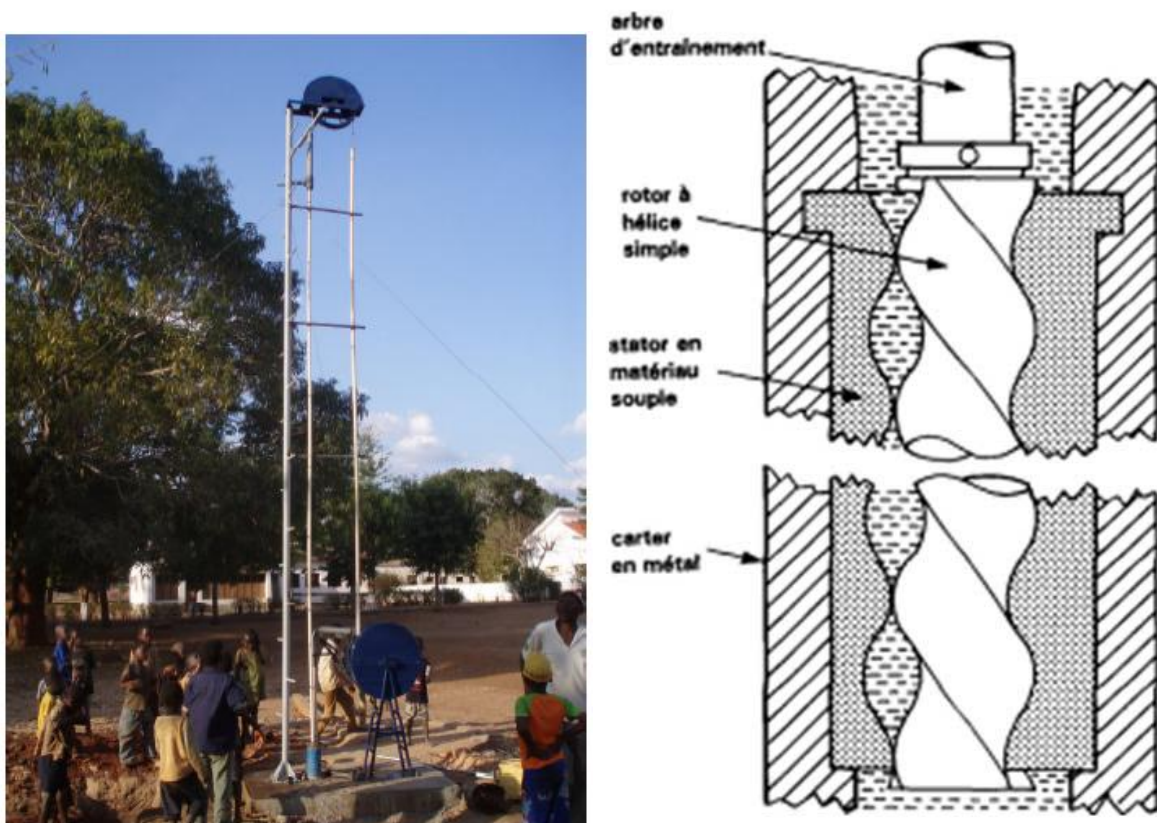


Figura 1-15 Bomba de mecate BM-II y bomba rotativa (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- **Bombas volumétricas rotativas:** Impulsan el fluido que pasa a su través utilizando como elemento móvil un órgano rotativo unido a un eje giratorio que también es rotativo. Los elementos rotores que están configurados bajo formas diversas que giran en el interior de una carcasa cerrada que forma el bloque del cuerpo de la bomba. En ellas una masa fluida es comprimida en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Al girar el elemento rotativo se crea en la zona de admisión, una depresión que aspira el líquido sin necesidad de cebado. Una vez que el líquido se encuentra en el interior es desplazado, conducido y depositado en la zona de impulsión donde se ve sometido a la presión que allí fija una válvula reguladora apropiada.

1.4.2. Descripción de la bomba manual de émbolo de PVC tipo Carcará

Las bombas Carcará I y II (Figura 1-16) son parte del desarrollo de tecnologías sociales que se ajustan al programa de cisternas de placas gracias a su bajo coste y fácil construcción en la que, al igual que en la construcción de las cisternas de placas, la población es participe de su elaboración con herramientas sencillas haciendo que exista un compromiso social para la obtención de un bien común.

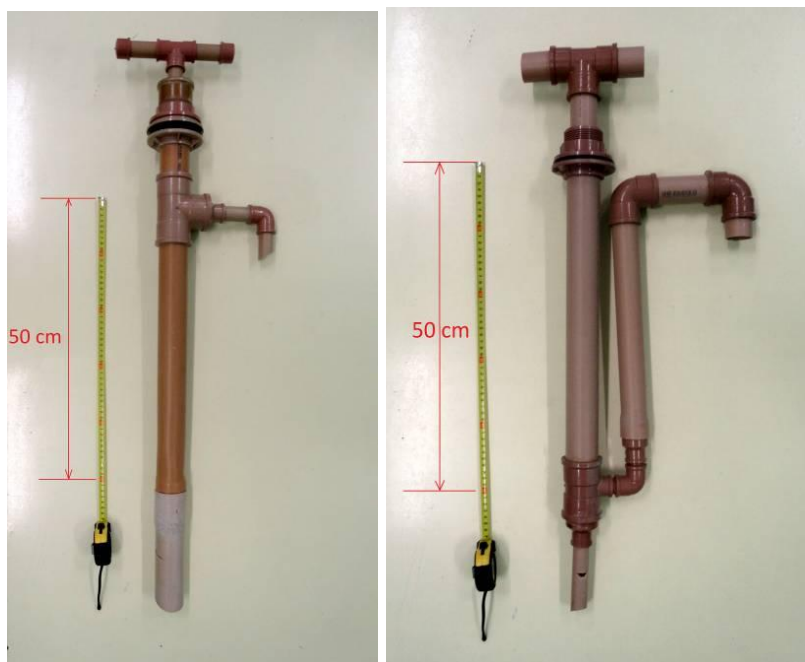


Figura 1-16 Bombas Carcará I y II (Ver apartado 5.1. Fuentes).

El uso de bombas manuales garantiza una baja contaminación en la extracción del agua almacenada en las cisternas, que junto a un buen cuidado y limpieza del área de captación y de las tuberías de distribución, engloban las recomendaciones que la OMS da para la reducción de riesgos para la salud por agua de lluvia (OMS 2012). En este sentido las bombas Carcará I y II son un gran instrumento para llevar a cabo dicho cometido.

En el laboratorio de la Escuela Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) se construyó una bomba Carcará II con metacrilato con una finalidad didáctica de manera que se puedan observar los elementos internos y el flujo del agua. Se realizaron unos cambios respecto a la versión original a escala disponible en el laboratorio, pero aún así consideramos que su funcionamiento no se vio afectado.

En Alagoas, las bombas Carcará I y II son fabricadas localmente en un taller situado en São José da Tapera, municipio también beneficiario de los Programas de Primera y Tercera agua (Figuras 1-17 y 1-18). Con un equipo formado por 6 técnicos, y con una trayectoria de más de 10.000 bombas Carcará I confeccionadas para el Programa de Cisternas domiciliarias en los últimos años, el equipo de Tapera es el encargado de la fabricación de las 108 bombas Carcará II para las cisternas de las escuelas. La bomba Carcará II pretende ser más práctica, además de ser más económica en comparación con su antecesora.



Figura 1-17. Montaje en taller de la bomba Carcará II (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Figura 1-18. Montaje completo bomba Carcará 2 (Ver apartado 5.1. Fuentes).

La experiencia pasada ha demostrado que la instalación de la bomba en la cisterna es clave para su durabilidad, ya que algunas de las bombas instaladas perdieron su parte inferior por no ser pegadas con cola, quedando inoperativas y sin manutención ofrecida. Por ello, la bomba Carcará II está siendo instalada con cola y además se están estudiando modificaciones para mejorar la sujeción.

1.4.2.1. Bomba Carcará I

El principio de funcionamiento de esta bomba es el de una bomba volumétrica de desplazamiento positivo, en cuyo interior dispone de dos válvulas de retención que solo dejan pasar el agua hacia arriba formadas por dos canicas o bolas de cristal, una en el tubo interior acoplada en una reducción cónica de 50x32 y otra en el tubo desplazable que se acopla a este. Cuando se sube el tubo desplazable o pistón, se ejerce presión negativa en la válvula inferior abriéndose esta y permitiendo el paso de agua en su interior llenándose el espacio existente, a su vez se cierra la válvula en el pistón desplazando el agua hacia arriba haciendo que esta salga el orificio de salida en la Te. Luego al bajar el tubo desplazable o pistón se aumenta la presión sobre el agua en el interior haciendo que la válvula inferior se cierre y la válvula del pistón se abra permitiendo el paso de agua sobre los orificios practicados en el

pistón, así por el principio de Arquímedes, el volumen de agua desplazado por el pistón saldrá por el orificio de salida en la Te, lo que completa un ciclo de bombeo.

1.4.2.2. Bomba Carcará II

Su funcionamiento es similar a la bomba Carcará I basándose en el principio de desplazamiento positivo, también dispone de dos válvulas de retención que solo dejan pasar el agua. Cuando se sube el pistón, se ejerce presión negativa en la válvula inferior subiendo la bola de cristal dejando que pase agua en el interior llenándose el espacio existente y a su vez también en la reducción cónica de 40x25 haciendo que esta válvula se cierre e impidiendo que el agua en su parte superior baje. Luego al bajar el pistón se aumenta la presión sobre el agua en el interior haciendo que la válvula en la reducción cónica 50x25 se cierre y la válvula en la reducción 40x25 se abra, dejando así que el agua salga al exterior completándose así el ciclo de bombeo.

1.5. Bomba Carcará II en metacrilato (BC-II PMMA). Caso didáctico.

En el laboratorio de “Hidráulica Aplicada al Desarrollo” de la ETSIDI se construyó un modelo de la bomba Carcará II.



Figura 1-19 BC-II PMMA y esquema de montaje (Ver apartado 5.1. Fuentes).

1.5.1. Construcción e instalación.

El proceso de construcción ha sido el siguiente:

Se cortan el tubo de metacrilato de 50x46 a la medida de 150cm y a 13 cm, el tubo de metacrilato de 40x36 a 100cm, 40cm y a 10cm, y el tubo de 40 PVC a 130cm y 2 trozos de 10cm cada uno. Para ensamblar el pistón, se pega el tapón de 40 PVC en un extremo del tubo de 40 PVC y se mecaniza en un torno el exterior del tapón cuyo diámetro es de 50mm y se reduce a 45mm, luego se pega la Te de 40 90 grados por el extremo no colineal en el otro extremo del tubo y los trozos de 10cm de tubo de 40 PVC se pegan a Te junto con los tapones de 40 PVC. El tubo de 25 PVC lo cortamos a 13,5cm y en él se hace un bisel y una hendidura para que el agua entre sin problemas.

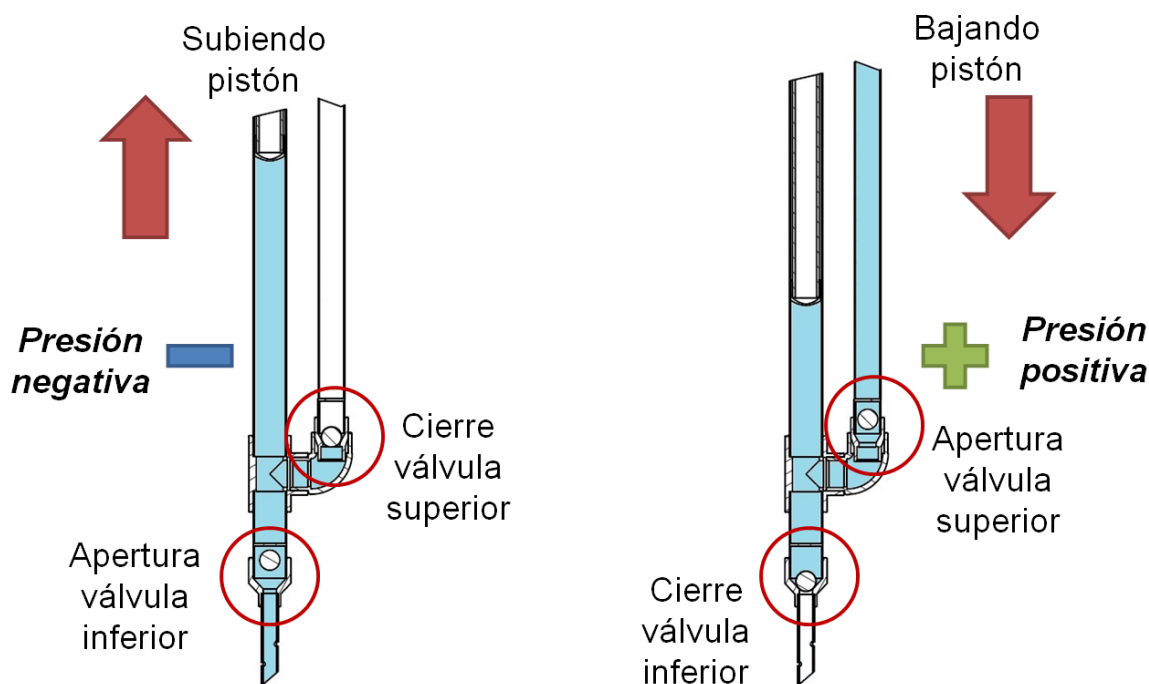


Figura 1-20 Esquema de funcionamiento BC-II PMMA (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Para fabricar la válvula inferior, se coge el tubo de metacrilato de 50 de 13cm y se hacen 2 marcas diametralmente opuestas a 5cm de distancia de uno de los dos bordes, practicando sendos agujeros en dichas marcas con el clavo previamente caliente, garantizando que por él entre el palo de plástico de forma ajustada.

Al terminar, se mete el palillo de madera en el palo de plástico y se introduce el conjunto en los agujeros del tubo de metacrilato, se marca donde cortar el palo de plástico con el palillo intentando que quede a la medida del diámetro del tubo, finalmente se sella con silicona garantizando que por el no haya fugas, funcionando así el palo de plástico como retén de antirretorno. Luego se pega la reducción casquillo 40x32 en la reducción cónica de 63x40, se coloca la bola de cristal y se pone el tubo de metacrilato de 50 por la parte donde tiene el palo de plástico, previamente con teflón en el borde de manera que quede bien fijo y sin pérdidas.

Se repite el mismo procedimiento para la válvula superior en el tubo de metacrilato de 40 de 100cm, aquí se tomará la reducción cónica de 50x25 y la bola de cristal será de 25mm.



Figura 1-21 Detalle de las válvulas (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Figura 1-22 Detalle de la válvula superior (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Una vez esté todo lo anterior se empieza el ensamblaje. Se forra con la cinta de teflón las extremidades de los tubos restantes y la parte macho del codo de 50. Luego se mete el tubo de metacrilato de 50x46 de 150cm en la Te 50 90 grados PVC y en el extremo colineal de la Te el otro tubo de metacrilato de 50x46 de 13cm, en el final de este, que previamente tiene la válvula inferior, se coloca el tubo de 25. En el extremo faltante de la Te de 50 se coloca el codo de 50 M-H al cual previamente se ha adherido con pegamento la válvula superior con el tubo de metacrilato de 40 de 100cm, se continua con el codo de 40, tubo de metacrilato de 40 de 40cm, codo de 40 y tubo de metacrilato de 40 de 10cm de longitud.

Finalmente se adhiere con pegamento un manguito de 50 de PVC en el extremo por donde se introducirá el pistón, a fin de que este no se apoye directamente sobre el tubo, se introduce el pistón y se termina el ensamblaje. Se prueba varias veces y se corrigen los distintos defectos que pueda haber en el montaje comprobando que su funcionamiento es el adecuado.

1.5.2. Mantenimiento.

El éxito de las bombas manuales está muy condicionado a los plazos y forma de realización del mantenimiento, de hecho muchas de las cisternas evaluadas por parte del personal de la UPM que está en Brasil se han encontrado con muchas bombas que no funcionan. Por tanto es importante que se promueva el desarrollo del concepto VLOM (Village Level Operation and Maintenance) ya que permite a la población conocer y ser parte activa en el desarrollo de los proyectos de los cuales son beneficiarios.

El concepto VLOM debe seguir los siguientes principios (Ferrer - 2012):

- El mantenimiento se podrá realizar con herramientas comunes, bajo nivel técnico por una persona formada.
- Las tecnologías escogidas se fabricarán en la medida de lo posible dentro del país de manera que se asegure la accesibilidad a piezas de repuesto.
- Se primará la disponibilidad frente a la robustez o durabilidad. Es decir, es mejor un sistema que se estropee cada 6 meses y se pueda reparar en un par de días que un sistema que se estropee cada 12 meses pero que el tiempo de reparación supone más de una semana.
- Bajo coste, tanto inicial como de operación.

En base a esto a continuación se describen las especificaciones a tomar en cuenta para las bombas Carcará, las consideraciones han sido tomadas en base a la experiencia con la bomba Carcará BC-II PMMA. Algunas pueden ser ajustadas a las condiciones y uso que cada comunidad de a cada bomba:

- Las uniones que faciliten un desmontaje adecuado de la bomba, ya sea para su cambio o reparación, deben evitar ser por adhesivos, preferiblemente cintas de teflón u otro material adecuado que garantice su ajuste y no haya fugas.
- El émbolo, específicamente la punta, debe ser revisado cada dos meses o en el momento que se aprecie la aspiración de aire. Su desgaste afecta

negativamente la capacidad de aspiración de la bomba. Se recomienda cambio del émbolo.

- Las válvulas deberán ser revisadas en el mismo plazo que se establezca la limpieza de las cisternas. Si en la revisión se observan canicas partidas o con astillas se recomienda su cambio. Los retenes de antirretorno de madera se cambiarán cada año (Se recomienda cambiarlo por otro tipo de como los de plástico).



1.5.3. Discusión. Modificaciones introducidas.

En la construcción de la bomba tuvimos una serie de inconvenientes que son importantes a tener en cuenta. En primer lugar las válvulas superior e inferior se hicieron según como aparece en los dibujos aportados desde Brasil. En él se puede observar que la paleta de madera se encontraba en el interior del cono de reducción separado a una distancia entre 2 y 3 mm (Figura 1-23).

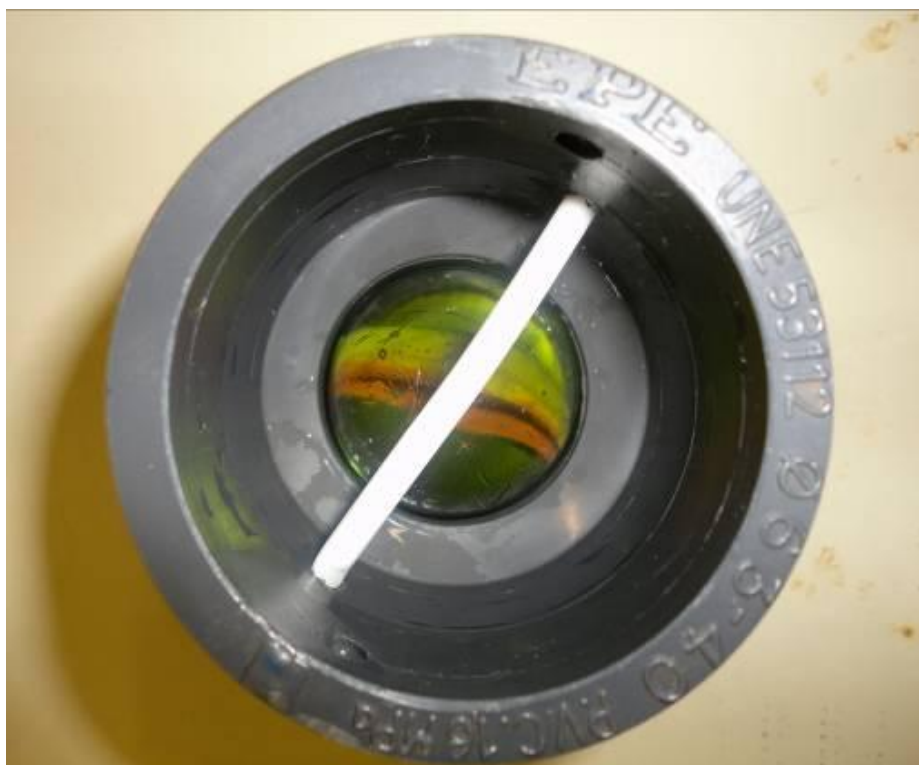


Figura 1-23 Montaje en tubo (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Al fabricarse con dichas especificaciones se observó que el esfuerzo requerido para su accionamiento era considerable y que también emitía un zumbido en su interior, los resultados de las primeras experiencias mostraban un tiempo de llenado del tanque de 30 litros de unos 3 minutos aproximadamente. Se resolvió colocando el palito de plástico en el interior del tubo, aguas arriba, de cada válvula (Figura 1-23).



Figura 1-24 Montaje en reducción (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Otro aspecto importante es la holgura entre el pistón y el tubo sobre el que desliza, ya que de ella depende la capacidad de succión, cuanto menos holgura haya, más succión. En la bomba a escala traída desde Brasil pudimos observar que el pistón es fabricado de tal forma que el tapón es introducido por su exterior en el interior del tubo de 40, precalentando el borde y luego se recorta su exterior de forma que entre en el tubo de 50 (Figura 1-25).



Figura 1-25 Detalle del extremo del pistón Bomba Carcará II (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Al disponer solo de las medidas dadas anteriormente para el metacrilato, la única solución que tuvimos fue poner un tapón de 50 y mecanizar su exterior e ir probando hasta que su deslizamiento fuese el adecuado (Figura 1-26).



Figura 1-26 Detalle extremo del pistón BC-II PMMA (Ver apartado 5.1. Fuentes).

También se colocaron abrazaderas entre el tubo que aloja del pistón y el de descarga con el fin de evitar el movimiento entre ambos evitando que choquen.



Figura 1-27 Detalle abrazadera (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Así mismo se colocaron extensiones en la tubería de descarga y en el tubo de aspiración para elevar la altura de descarga. Dichas extensiones sirvieron para evaluar la capacidad de la bomba con distintas configuraciones y también para poder compararla con la bomba de mecate BM-II, los resultados obtenidos se pueden ver en el apartado de cálculos (Figuras 1-28 y 1-29).



Figura 1-28 Detalle del tubo de aspiración largo (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Figura 1-29 Extensión del tubo de descarga (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Resaltar que al extender el tubo de aspiración su accionamiento no era ergonómico ya que estaba muy cerca del extremo superior del émbolo, como puede verse en el apartado 3, dificultando su accionamiento. Aún así se utilizó en esta forma para intentar aprovechar todo el material que se había adquirido y aumentar el tamaño de la bomba.

Otras consideraciones deberían ser tomadas en cuenta para su instalación en las cisternas, algunos de los problemas que se ha detectado en ellas por el grupo de la UPM que se encuentra en Brasil son las siguientes:

- Escaso ajuste en la parte superior de la cisterna.
- Movimiento de la bomba en el interior de la cisterna en el momento de su accionamiento.
- Dificultad para desmontar por las uniones adhesivas.

Por tanto se recomienda:

- Construir un sistema de rosca mediante el cual la bomba pueda quedar sujeta en la parte superior de la cisterna y a su vez haga presión sobre la base de la cisterna.
- En el laboratorio de “Hidráulica Aplicada al Desarrollo” se propuso la fabricación de un depósito en hormigón como el de la figura a fin de evitar oscilaciones de la bomba dentro de la cisterna.



Figura 1-30 Propuesta de depósito en la cisterna para apoyo de la bomba (Ver apartado 5.1. Fuentes).

1.6. Cálculos

Nuestros cálculos se han realizado con la bomba BC-II PMMA para intentar caracterizar su caudal de funcionamiento, así como evaluar los distintos montajes posibles para su funcionamiento en otras condiciones de trabajo distintas a las de las cisternas.

1.6.1. Estudio hidráulico

Para el estudio hidráulico de la bomba analizaremos cuales son los requerimientos mínimos para su utilización. Los datos de partida son los recogidos por el estudio preliminar hecho por CONDRI en el que se establece un consumo de 8 litros/día por persona.

1.6.2. Esquema de funcionamiento

El estudio se realizó en el laboratorio de “Hidráulica Aplicada al Desarrollo” con los siguientes datos de partida:

- Carrera teórica = 60cm
- Volumen = 10 L
- Altura del agua en el depósito = 23cm
- Altura de descarga = 143cm



Figura 1-31 Bidón de descarga y depósito de llenado (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Para el cálculo de la altura manométrica aplicamos el Teorema de Bernoulli:

$$H_h = H_g + \frac{P_d - P_a}{\gamma} + \frac{V_d}{2g} + Y_T$$

Donde

H_h : Altura manométrica H_g : Altura geométrica P_d : Presión de descarga

P_a : Presión de admisión V_d : Velocidad de descarga Y_T : Pérdidas de carga

Tomando $P_d = P_a$ la ecuación queda

$$H_h = H_g + \frac{V_d}{2g} + Y_T$$

El cálculo de las pérdidas de carga tendrá incluido:

- Pérdidas por conducción: $J = \frac{0.00092}{D^{4.8}} \cdot Q^{1.8}$

Usaremos la fórmula de Veronesse – Datei para tuberías de PVC, ya que no disponemos de los datos de rugosidad del PMMA.

- Pérdidas por singularidades: $\Delta_h = K \frac{V^2}{2g}$
 - 1 Te 90° (K=1.85)
 - 2 Codos (K=0.75)
 - 2 Válvulas de retención(K=2)

Haciendo los cálculos nos queda:

$$H_h = 1,2 + 0,00433036 + (0,00821334 + 0,02343944) \approx 1.24m$$

Los resultados se muestran en la tabla 1-2.

	Tiempo (s)	Fuerza (N)	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)	Q _{teórico} (L/min)	η_v	Emb	Emb/s	Emb/ min	L/Emb	C (m)	v1=Q/A1 (m/s)	v2=Q/A2 (m/s)	Pu =γQH (W)	Pacc= F*v (W)	η
1	32		0,313	18,75	18,787	0,998	18	0,563	33,750	0,556	0,349	0,196	0,307	3,801		
2	36		0,278	16,67	19,483	0,855	21	0,583	35,000	0,476	0,299	0,175	0,273	3,379		
3	31	29,99	0,323	19,35	22,625	0,855	21	0,677	40,645	0,476	0,299	0,203	0,317	3,924	6,083	64,51%
4	34	30,36	0,294	17,65	19,647	0,898	20	0,588	35,294	0,500	0,314	0,185	0,289	3,578	5,615	63,72%
5	37	29,18	0,270	16,22	18,054	0,898	20	0,541	32,432	0,500	0,314	0,170	0,266	3,288	4,960	66,29%
6	31	29,33	0,323	19,35	21,548	0,898	20	0,645	38,710	0,500	0,314	0,203	0,317	3,924	5,949	65,96%
7	36	31,34	0,278	16,67	18,555	0,898	20	0,556	33,333	0,500	0,314	0,175	0,273	3,379	5,474	61,73%
8	35		0,286	17,14	18,131	0,946	19	0,543	32,571	0,526	0,331	0,180	0,281	3,476		
9	37		0,270	16,22	18,956	0,855	21	0,568	34,054	0,476	0,299	0,170	0,266	3,288		
10	30		0,333	20,00	20,039	0,998	18	0,600	36,000	0,556	0,349	0,210	0,327	4,055		
Med	33,9	30,04	0,297	17,80	19,582	0,910	20	0,586	35,179	0,507	0,319	0,187	0,291	3,609	5,616	64,44%

Tabla 1-2 Relación de caudales, potencias y rendimiento (Ver apartado 5.1. Fuentes).



A la vista de los datos, vemos que para una altura geométrica de 120cm, el caudal medio que brinda la bomba es bastante bueno ($Q_{med}=17,80$ l/min). Si analizamos el tiempo que emplearía en llenar los 8 litros que necesitaría un alumno de la escuela (Tomado por el estudio preliminar hecho por CONDRI donde establecía un consumo de 8 litros /día por persona) veríamos que solo tardaría:

$$\left. \begin{array}{l} 17,80 \text{ L} \longrightarrow 1 \text{ min} \\ 8 \text{ L} \longrightarrow X \end{array} \right\} X=0,45 \text{ min} \approx 27 \text{ s}$$

Es decir, aproximadamente sólo 27 segundos en retirar el agua necesaria para un día de jornada escolar.

El cálculo de la fuerza se realizó con un dinamómetro que media masa (kg), por lo que para expresarlo en fuerza (N) se multiplico por la constante de gravedad ($g=9,81$ m/s²) y los resultados fueron los siguientes:

b3=21	m3(kg)	b4=20	m4(kg)	b5=20	m5(kg)	b6=20	m6(kg)	b7=20	m7(kg)
1	2,95	1	3,10	1	2,65	1	1,85	1	2,90
2	3,10	2	2,90	2	2,85	2	1,85	2	3,10
3	3,50	3	2,50	3	2,30	3	2,75	3	3,35
4	3,35	4	3,20	4	3,10	4	2,80	4	3,45
5	3,30	5	3,45	5	2,85	5	3,00	5	2,80
6	2,85	6	3,50	6	2,85	6	3,10	6	3,55
7	3,00	7	2,95	7	3,15	7	2,90	7	3,15
8	3,15	8	3,20	8	2,95	8	3,25	8	3,45
9	3,25	9	2,70	9	3,40	9	2,90	9	3,10
10	3,15	10	3,25	10	2,55	10	3,50	10	3,15
11	2,95	11	3,15	11	2,70	11	3,25	11	2,95
12	2,95	12	3,05	12	2,80	12	3,15	12	3,15
13	3,20	13	3,15	13	2,90	13	3,25	13	3,30
14	2,90	14	2,80	14	3,15	14	3,15	14	2,95
15	2,80	15	3,40	15	3,00	15	3,15	15	3,40
16	2,90	16	3,10	16	2,85	16	3,20	16	3,05
17	3,00	17	2,70	17	3,80	17	3,40	17	3,45
18	2,90	18	3,00	18	3,45	18	2,80	18	3,10
19	3,00	19	3,45	19	3,10	19	3,60	19	3,30
20	3,10	20	3,35	20	3,10	20	2,95	20	3,25
21	2,90								
Media	3,06		3,10		2,98		2,99		3,20

Tabla 1-3 Medidas de masas en los experimentos 3, 4, 5, 6 y 7 (Ver apartado 5.1. Fuentes).





Figura 1-32 Captura de video medición con dinamómetro (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Se tomó la fuerza de subida (ONU/OMS-1977) ya que si analizamos el diagrama de fuerzas actuantes vemos que

$$F_{subida} = m_{\text{émbolo}}g + A_{dif} \cdot \gamma \cdot H_{liq-pistón} > F_{bajada} = -m_{\text{émbolo}}g + A_{\text{émbolo}} \cdot \gamma \cdot H_{liq}$$

1.6.3. Otras configuraciones para la BC-II PMMA. Curvas características.

Para caracterizar la bomba BC-II PMMA dispusimos de varias configuraciones. Los datos de partida en este caso fueron los siguientes:

- Carrera teórica = 70cm
- Emboladas = 20
- Altura del agua en el depósito = 42cm

Configuración altura de descarga

- H1 = 143 cm (Sin extensiones)
- H2 = 167 cm (Con extensión del tubo de aspiración)
- H3 = 220 cm (Con extensión del tubo de descarga)
- H4 = 286 cm (Con las dos extensiones)

	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)	Qteórico (L/min)	η_v	Emb/s	Emb/min	L/Emb	Carrera (m)	$v1=Q/A1$ (m/s)	$v2=Q/A2$ (m/s)	$Ph = YQH$ (W)
1	32,6	21,875	0,671	40,26	40,98	0,982	0,613	36,81	1,094	0,688	0,422	0,659	7,679
2	30	19,4	0,647	38,80	44,53	0,871	0,667	40,00	0,970	0,610	0,407	0,635	7,401
3	29,5	20	0,678	40,68	45,29	0,898	0,678	40,68	1,000	0,629	0,426	0,666	7,759
4	27,8	19,94	0,717	43,04	48,06	0,896	0,719	43,17	0,997	0,627	0,451	0,705	8,208
5	30	19,65	0,655	39,30	44,53	0,883	0,667	40,00	0,983	0,618	0,412	0,643	7,496
6	30	19,5	0,650	39,00	44,53	0,876	0,667	40,00	0,975	0,613	0,409	0,639	7,439
7	29	19,65	0,678	40,66	46,07	0,883	0,690	41,38	0,983	0,618	0,426	0,666	7,754
8	29,2	19,55	0,670	40,17	45,75	0,878	0,685	41,10	0,978	0,615	0,421	0,658	7,662
Media	29,76	19,95	0,671	40,24	44,97	0,896	0,673	40,39	0,997	0,627	0,422	0,659	7,675

Tabla 1-4 Sin extensiones (H1=143 cm) (Ver apartado 5.1. Fuentes).



	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)	Qteórico (L/min)	η_v	Emb/s	Emb/min	L/Emb	Carrera (m)	$v_1=Q/A_1$ (m/s)	$v_2=Q/A_2$ (m/s)	$P_h = \gamma Q H$ (W)
1	32	20,9	0,653	39,19	20,87	1,877	0,625	37,50	1,045	0,657	0,411	0,642	9,504
2	28,6	20,1	0,703	42,17	23,36	1,805	0,699	41,96	1,005	0,632	0,442	0,690	10,227
3	30,1	20,4	0,678	40,66	22,19	1,832	0,664	39,87	1,020	0,641	0,426	0,666	9,862
4	30	20,3	0,677	40,60	22,27	1,823	0,667	40,00	1,015	0,638	0,425	0,665	9,847
5	30	21,1	0,703	42,20	22,27	1,895	0,667	40,00	1,055	0,663	0,442	0,691	10,235
6	30,1	20,5	0,681	40,86	22,19	1,841	0,664	39,87	1,025	0,644	0,428	0,669	9,911
7	30,5	20,5	0,672	40,33	21,90	1,841	0,656	39,34	1,025	0,644	0,423	0,660	9,781
8	31,6	20,55	0,650	39,02	21,14	1,846	0,633	37,97	1,028	0,646	0,409	0,639	9,463
Media	30,36	20,54	0,677	40,63	22,02	1,845	0,659	39,56	1,027	0,646	0,426	0,665	9,854

Tabla 1-5 Con extensión del tubo de aspiración ($H_2 = 167$ cm) (Ver apartado 5.1 Fuentes).



	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)	Qteórico (L/min)	η_v	Emb/s	Emb/min	L/Emb	Carrera (m)	$v1=Q/A1$ (m/s)	$v2=Q/A2$ (m/s)	$Ph = \gamma QH$ (W)
1	32,9	20,75	0,631	37,84	20,30	1,864	0,608	36,47	1,038	0,652	0,397	0,620	11,972
2	32	20,5	0,641	38,44	20,87	1,841	0,625	37,50	1,025	0,644	0,403	0,629	12,160
3	32,5	20,95	0,645	38,68	20,55	1,882	0,615	36,92	1,048	0,659	0,405	0,633	12,236
4	32,4	20,95	0,647	38,80	20,62	1,882	0,617	37,04	1,048	0,659	0,407	0,635	12,274
5	31,3	20,3	0,649	38,91	21,34	1,823	0,639	38,34	1,015	0,638	0,408	0,637	12,311
6	30,5	19,9	0,652	39,15	21,90	1,787	0,656	39,34	0,995	0,626	0,410	0,641	12,385
7	30,5	20,4	0,669	40,13	21,90	1,832	0,656	39,34	1,020	0,641	0,421	0,657	12,696
8	31,6	20,55	0,650	39,02	21,14	1,846	0,633	37,97	1,028	0,646	0,409	0,639	12,344
Media	31,71	20,54	0,648	38,87	21,08	1,845	0,631	37,87	1,027	0,646	0,407	0,636	12,297

Tabla 1-6 Con extensión del tubo de descarga (H3 = 220 cm) (Ver apartado 5.1 Fuentes).

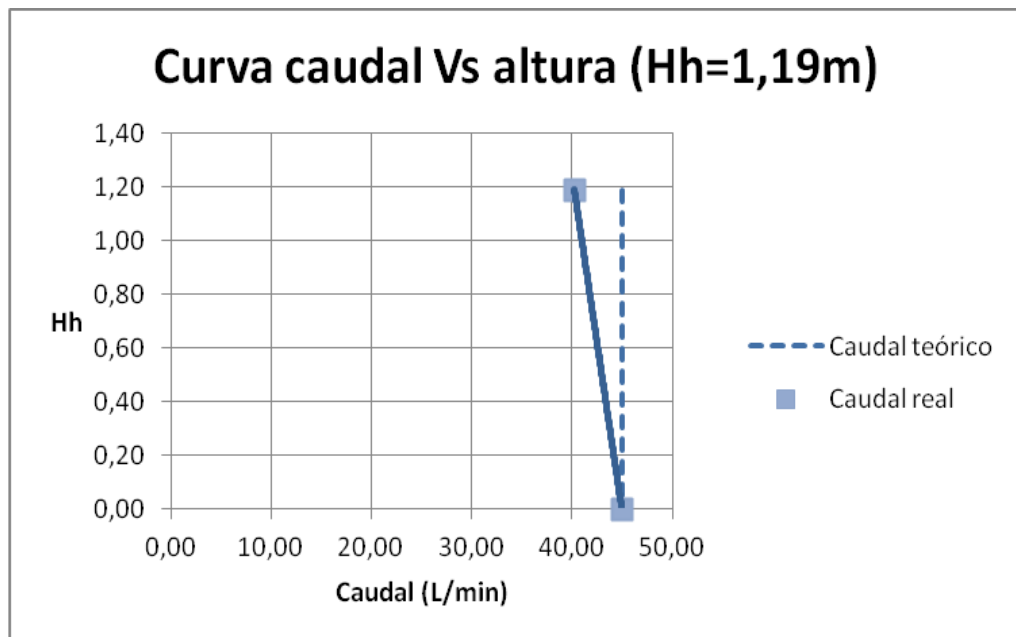


	Tiempo (s)	Volumen (L)	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)	Qteórico (L/min)	η_v	Emb/s	Emb/min	L/Emb	Carrera (m)	$v1=Q/A1$ (m/s)	$v2=Q/A2$ (m/s)	$Ph = \gamma QH$ (W)
1	38,1	19,8	0,520	31,18	17,53	1,778	0,525	31,50	0,990	0,622	0,327	0,511	13,084
2	37,1	17	0,458	27,49	18,00	1,527	0,539	32,35	0,850	0,534	0,288	0,450	11,537
3	38,5	19,2	0,499	29,92	17,35	1,725	0,519	31,17	0,960	0,604	0,314	0,490	12,556
4	36	17,1	0,475	28,50	18,56	1,536	0,556	33,33	0,855	0,538	0,299	0,467	11,959
5	37,5	17,4	0,464	27,84	17,81	1,563	0,533	32,00	0,870	0,547	0,292	0,456	11,682
6	39	19,2	0,492	29,54	17,13	1,725	0,513	30,77	0,960	0,604	0,310	0,484	12,395
7	39	18,5	0,474	28,46	17,13	1,662	0,513	30,77	0,925	0,582	0,298	0,466	11,943
8	38,1	17,6	0,462	27,72	17,53	1,581	0,525	31,50	0,880	0,553	0,290	0,454	11,630
Media	37,91	18,23	0,481	28,83	17,63	1,637	0,528	31,67	0,911	0,573	0,302	0,472	12,098

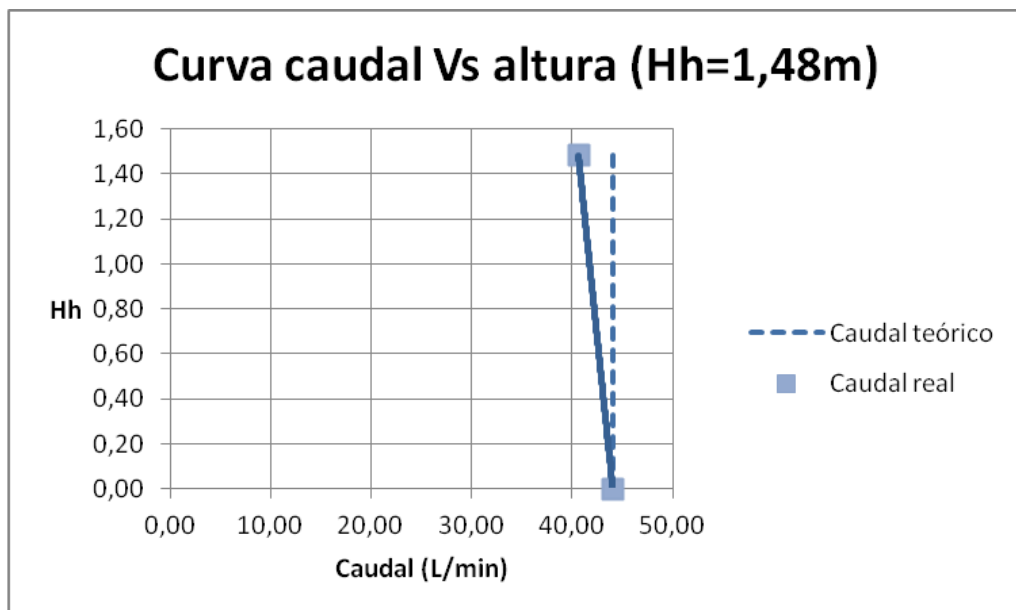
Tabla 1-7 Con las dos extensiones (H4 = 286 cm) (Ver apartado 5.1. Fuentes)



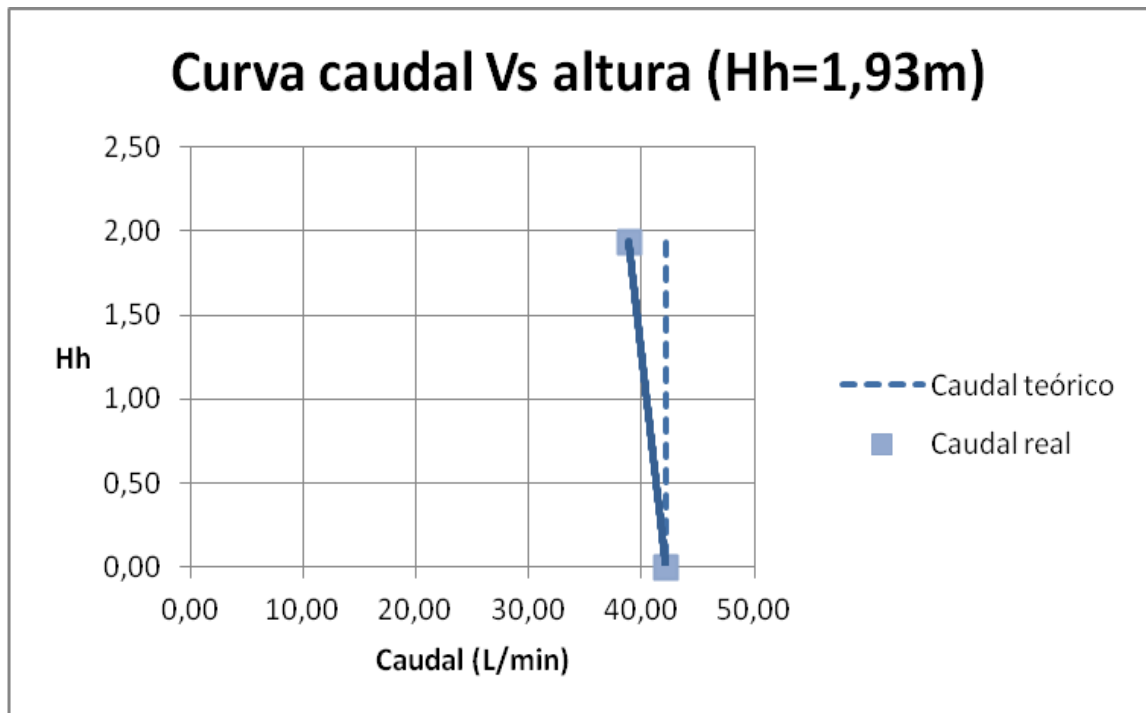
A continuación se representan las curvas características (Caudal Vs Altura) de las cuatro configuraciones:



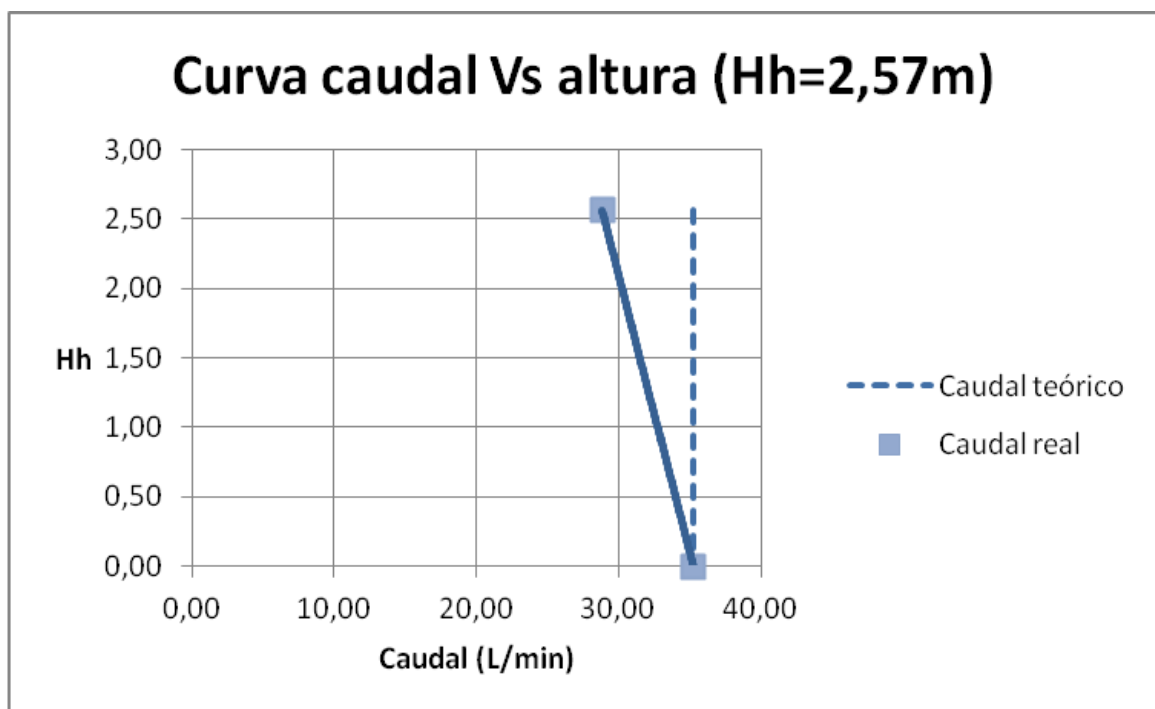
Gráfica 1-7 Curva característica para Hh=1,19m. (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Gráfica 1-8 Curva característica para Hh=1,48m. (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Gráfica 1-9 Curva característica para $H_h=1,93$ m. (Ver apartado 5.1. Fuentes).



Gráfica 1-10 Curva característica para $H_h=2,57$ m. (Ver apartado 5.1. Fuentes).

1.6.4. Comparativa BM-II

Por último realizamos una comparativa con la bomba de mecate BM-II que se encuentra en el laboratorio de “Hidráulica aplicada al Desarrollo” con el fin de ver las capacidades de las que dispone la BC-II PMMA (Figura 1-33).



Figura 1-33 Montaje y detalle de altura para comparativa BM-II y BC-II PMMA (Ver apartado 5.1. Fuentes).

Los datos de partida fueron los siguientes:

Bomba Mecate II (BM-II)

Datos:

- N° de vueltas= 100
- Diámetro rueda= 49 cm
- Altura de descarga= 300 cm

	l/s	m ³ /h	l/min	l/h
Qmed	0,44	1,60	26,62	1597

Bomba Carcará II (BC-II PMMA)

Datos:

- Volumen descarga= 8 L
- Carrera pistón= 40 cm
- Altura de descarga= 285 cm

	l/s	m ³ /h	l/min	l/h
Qmed	0,31	1,12	18,70	1122

Los resultados nos muestran que la BC-II PMMA posee unos valores de caudal bastante aceptable para la altura desarrollada. Cabe anotar que su principal inconveniente está en la limitación de aspiración que poseen las bombas de desplazamiento positivo.

Su fácil construcción, así como su menor coste y mantenimiento, hacen de este tipo de bombas un recurso a tomar en cuenta para soluciones prácticas y de bajo coste, adaptadas a las necesidades de las tecnologías sociales para los países del tercer mundo.

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. Materiales y elementos constitutivos

A continuación describiremos los materiales y elementos a utilizar para la fabricación de las bombas Carcará I y II en Brasil. También se especificarán los materiales que han sido elegidos para la fabricación de la bomba Carcará BC-II PMMA.

2.1.1. Bomba Carcará I y II

- PVC-U
 - Características técnicas:

Características técnicas

Ductilidad	Elevada
Resistencia a tracción	450-500 Kg/cm ²
Resistencia a compresión	610 kg/cm ²
Temperatura máx. trabajo	50-75°C
Temperatura mín. trabajo	-20°C
Módulo elástico	30.000 kg/cm ²
Densidad	1,4 g/cm ³
Resistencia al fuego	M2 según UNE 23-727-90 Inflamabilidad moderada
Resistencia agentes químicos	Excelente UNE 53-029-82 (*ver aptdo. ensayos)
Reciclable	Sí

Figura 2-1 Características técnicas PVC (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Los tubos se dispondrán en diámetros nominales de 20, 25, 32, 50.



Figura 2-2 Tipos de diámetros nominales de las tuberías PVC (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Canica
 - Se necesitarán dos canicas de diámetros 25 y 30 milímetros similares a la de la figura 2-1



Figura 2-3 Canicas (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Su estado de suministro son bolsas de malla, cuyo número de unidades dependerá del diámetro de cada canica.
- Paleta madera
 - Se debe disponer de un tipo de madera de la zona que sea capaz de soportar la humedad sin verse afectada su estructura. Se debe recortar al tamaño indicado y garantizar su funcionamiento.
- Adhesivo
 - Los adhesivos tienen que ser adecuados para PVC y deben garantizar la sellabilidad de las uniones a fin de evitar fugas entre ellas. También debe de ser inocuo evitando contaminar el agua al contacto con ella. Importante respetar los tiempos de sellado que indique cada fabricante.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Materia prima básica: Solución de PVC en una mezcla de disolventes.

Color: Transparente

Viscosidad: aprox. 2800 mPa.s.

Contenido de materia sólida: aprox. 20 %

Densidad: aprox. 0.88 g/cm³

Punto de inflamación: K1 (<21°C)

Figura 2-4 Especificaciones técnicas adhesivos PVC (Ver apartado 5.1. Fuentes).

2.1.2. Bomba Carcará II (BC-II PMMA)

Además de las especificaciones anteriormente descritas, se añadirán las especificaciones siguientes:

- Metacrilato (Polimetilmetacrilato)



Figura 2-5 Tubos de polimetilmetacrilato (PMMA) (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Propiedades
 - Transparencia superior al 92%. Es el más transparente de los plásticos.
 - Resistencia a la intemperie y a los rayos UV.
 - Fácil combustión. No produce gases tóxicos al arder.
 - Facilidad de mecanización y moldeo.
 - Excelente aislante térmico y acústico.
 - Ligero con una densidad de 1190kg/m³.
- Se necesitarán tubos con DN 50x46 y 40x36 cuyo estado de suministro es unidades de 2 metros lineales.

- Se debe tener especial cuidado en su manipulación a fin de evitar roturas por un excesivo movimiento de corte.
 - Para hacer agujeros sobre su superficie, basta calentar con un mechero el extremo de un clavo con las dimensiones del agujero. Tener especial cuidado con la manipulación del clavo a fin de evitar quemaduras.
 - Se puede emplear adhesivo para PVC sin que se vea afectado su funcionamiento.
- Cinta teflón (Politetrafluoretileno - PTFE)



Figura 2-6. Cinta de teflón (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Temperatura: - 200° C + 260°C
- Densidad: 0,4 gr/cm³
- Propiedades
 - Resistente a la mayoría de agentes químicos y solventes
 - Bajo coeficiente de fricción
 - Se fabrica en diferentes anchos, largos y espesores
- Aplicaciones

- Apto para todo tipo de roscas metal o plástico. Sella a cualquier presión. Apto para todo tipo de fluidos: Agua, gas, aire, vapor, oxígeno, productos químicos y ácidos.

PROPIEDADES

Ensayo	Método	Unidades	Valores
Densidad	ASTM D792	g/cm ³	2,14-2,18
Absorción de humedad: -24 horas	ASTM D570	%	<0,01
Límite elástico			
Resistencia a la tracción	ASTM D4745	N/mm ²	25
Alargamiento a la rotura	ASTM D4745	%	>200
Dureza shore	ASTM D2240	shoreD	51-60
Resistencia a la compresión a 1% deformación	ASTM D695	N/mm ²	4-5
Deformación bajo carga a temperatura ambiente durante 24 hs. a 13,7 N/mm ²	ASTM D621	%	14-17
Punto de fusión	ASTM D3418	°C	327
Coefficiente de dilatación lineal térmica entre :25° y 100°C	ASTM D696	10-5/°C	12-13
Temperaturas de utilización admisibles: en le aire , en continuo en frio		°C °C	+260 -200
Resistencia a la llama-según ASTM ("índice de oxígeno")	ASTM D2863	%	>95
Rigidez dieléctrica sobre muestra de espesor 0,5 mm	ASTM D149	kV/mm	20-40
Constante dieléctrica	ASTM D150	1 MHz	2,1
Resistencia superficial	ASTM D257	ohm sq	>10 ¹⁸
Identificación a la llama	<ul style="list-style-type: none"> • NO arde • No produce olor • color de llama:NO quema , se deforma • No gotea 		

Figura 2-7 Propiedades del teflón (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Adhesivo termofusible
 - Propiedades

Base	copolímero eva
Contenido de sólidos	100%
Forma	barra de pegamento
Color	múltiples colores
Tamaño	7mm*300mm, 11mm*300mm
Punto de reblandecimiento	80 +- 2° C
Solubilidad en agua	apenas soluble en agua
Resistencia al agua	a prueba de agua
Tiempo de fraguado	8-12 seg
Temperatura de operación	150-170°C
Resistencia al corte	350N/cm2
Fuerza de la cáscara	30N/cm2

Tabla 2-1 Propiedades del adhesivo termofusible (Ver apartado 5.1. Fuentes).





Figura 2-8 Barras de adhesivo termofusible (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Palo de plástico PP (Polipropileno)



Figura 2-9 Palo de plástico (Ver apartado 5.1. Fuentes).

- Propiedades

	PP homopolímero	PP copolímero
Módulo elástico en tracción (GPa)	1,1 a 1,6	0,7 a 1,4
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 a 600	450 a 900
Carga de rotura en tracción (MPa)	31 a 42	28 a 38
Módulo de flexión (GPa)	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m ²)	4 a 20	9 a 40
Dureza Shore D	72 a 74	67 a 73

Tabla 2-2 Propiedades polipropileno (Ver apartado 5.1. Fuentes).

2.2. Calidades mínimas exigibles

2.2.1. Bomba Carcará I y II

Las bombas Carcará I y II van a ser sometidas a un esfuerzo diario, para ello nos regiremos por la normativa brasileña para los elementos utilizados. Los materiales de PVC deben cumplir las siguientes normativas:

- Norma ABNT NBR 5648: Establece la forma de fabricación de los sistemas prediales de agua fría – Tubos y conexiones de PVC 6,3 – PN 750kPa con junta soldable (Ver Anexos)
- Norma ABNT NBR 5626: Establece los procedimientos de instalación de los sistemas prediales de agua fría (Ver Anexos)

Las canicas deben de cumplir la normativa de juguetes: Norma MERCOSUR NM 300:2002

Los restantes elementos deben ajustarse a los requerimientos exigidos por el fabricante y los requisitos de diseño.

2.2.2. Bomba Carcará II (BC-II PMMA)

Para la bomba BC-II PMMA se registrá por las siguientes normativas

Los materiales de PVC cumplirán las siguientes normas:

- Norma UNE-EN ISO 15785.2002
- Norma UNE-EN ISO 1452-3

Las canicas deberán regirse por la normativa europea de juguetes EN 71.

El resto de elementos deberán ajustarse a los requisitos de cada fabricante y los exigidos de diseño.

Dado que el uso al que va a ser sometido la BC-II PMMA es meramente didáctico, no se considerarán otras calidades que las mínimas para su correcto funcionamiento.



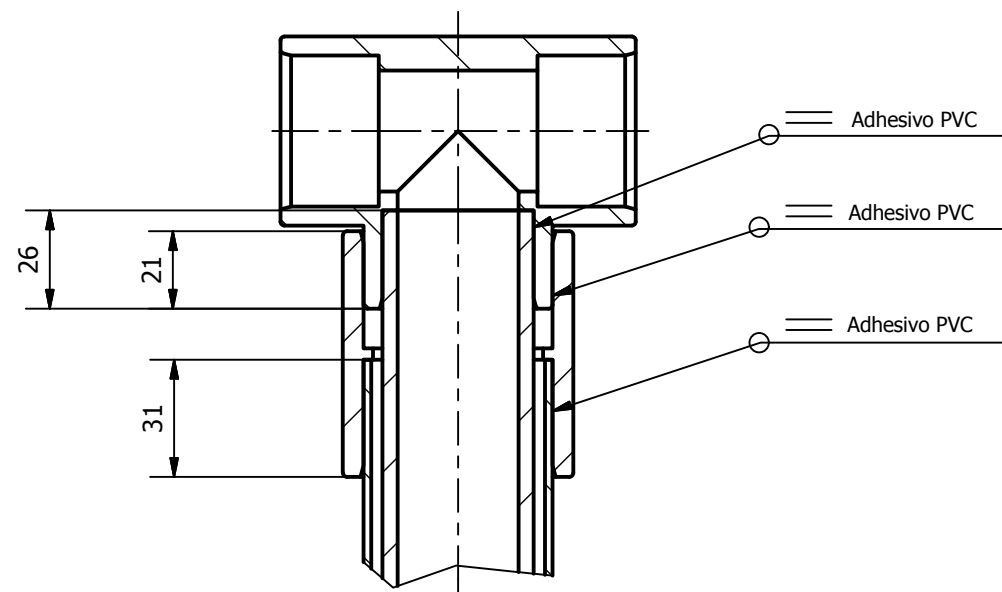
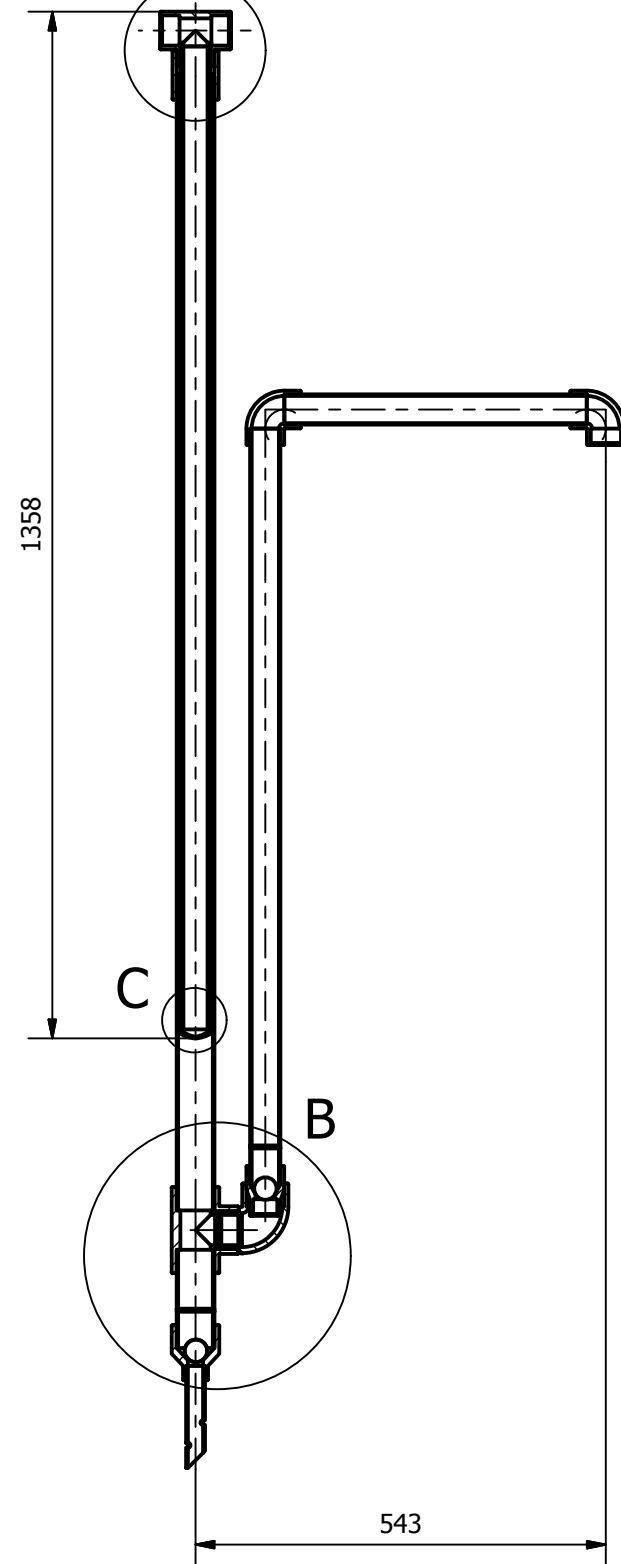
3. PLANOS

Los planos que se muestran a continuación son los de la bomba Carcará BC-II PMMA, en ellos además aparecen los planos de montaje con las extensiones propuestas.

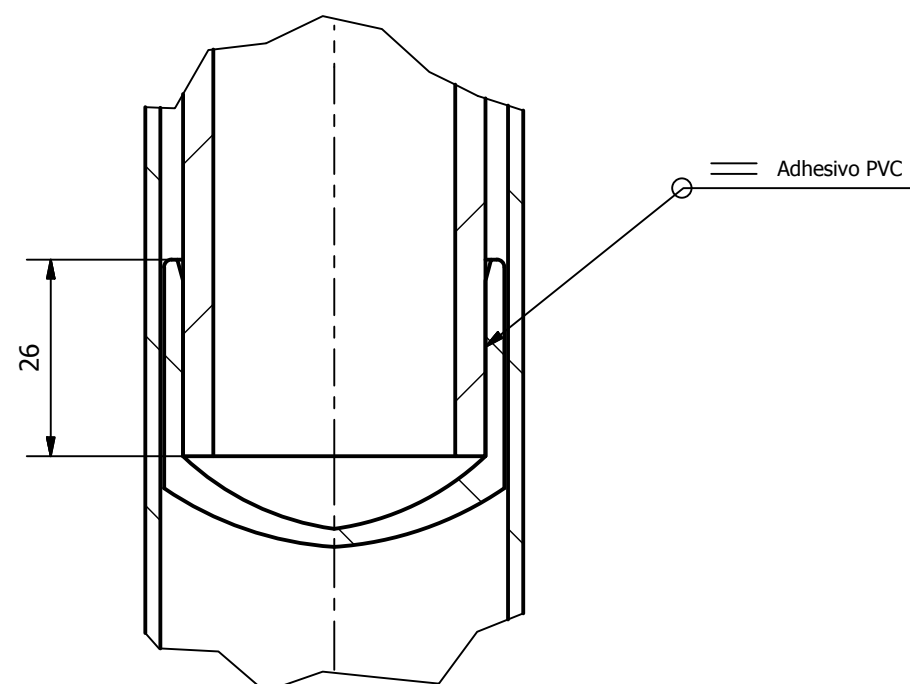
Relación de planos:

- Plano de detalle
- Plano de montaje
- Explosionado
- Tubo de aspiración
- Tubo D50 13
- Retén de antirretorno L50
- Tubo D40 100
- Retén de antirretorno L40
- Tapón
- Tubo de aspiración largo
- Plano de montaje con extensión tubo de aspiración
- Plano de montaje con extensión tubo de descarga
- Plano de montaje con extensiones en tubo de descarga y aspiración

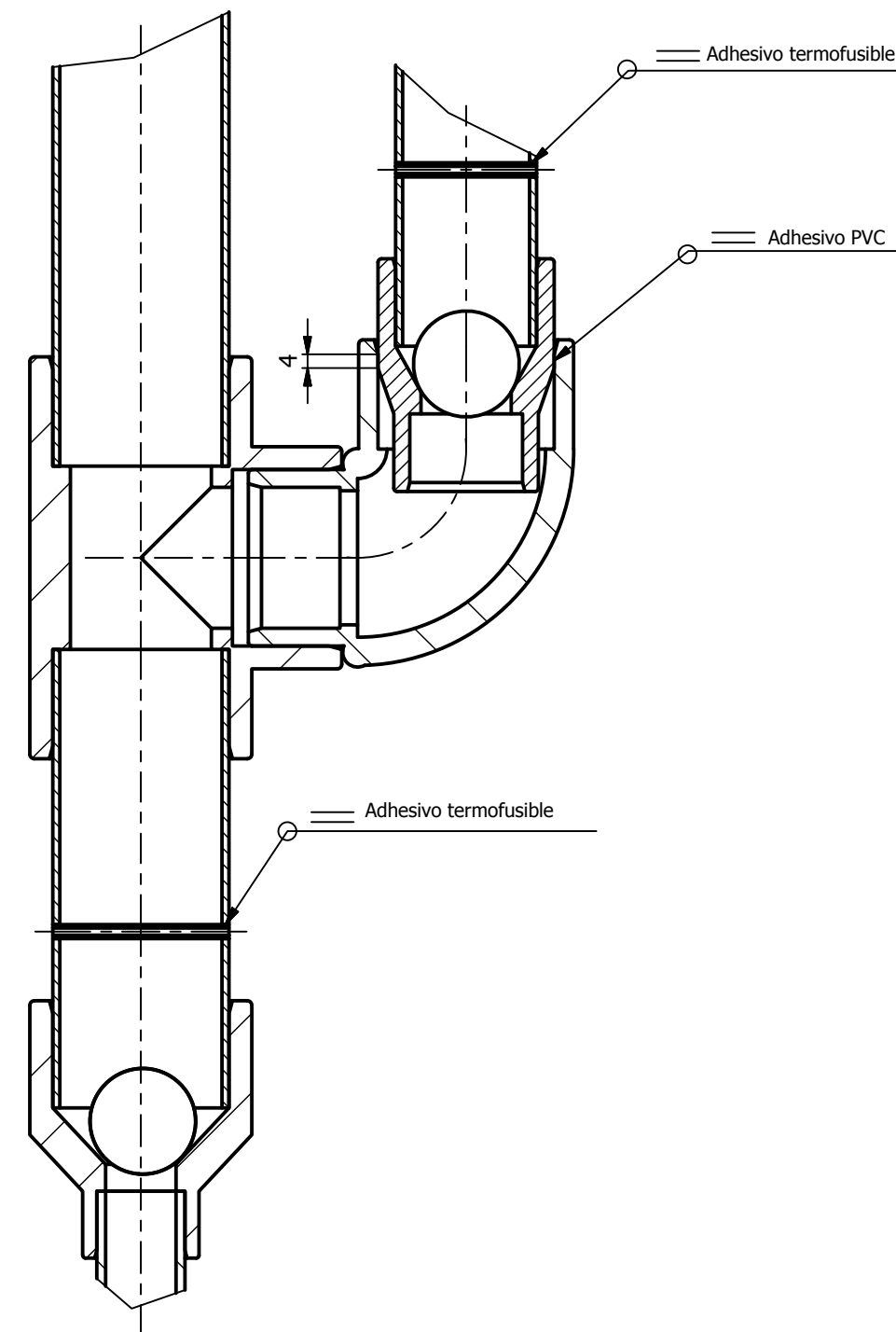
A





A (1 : 2)

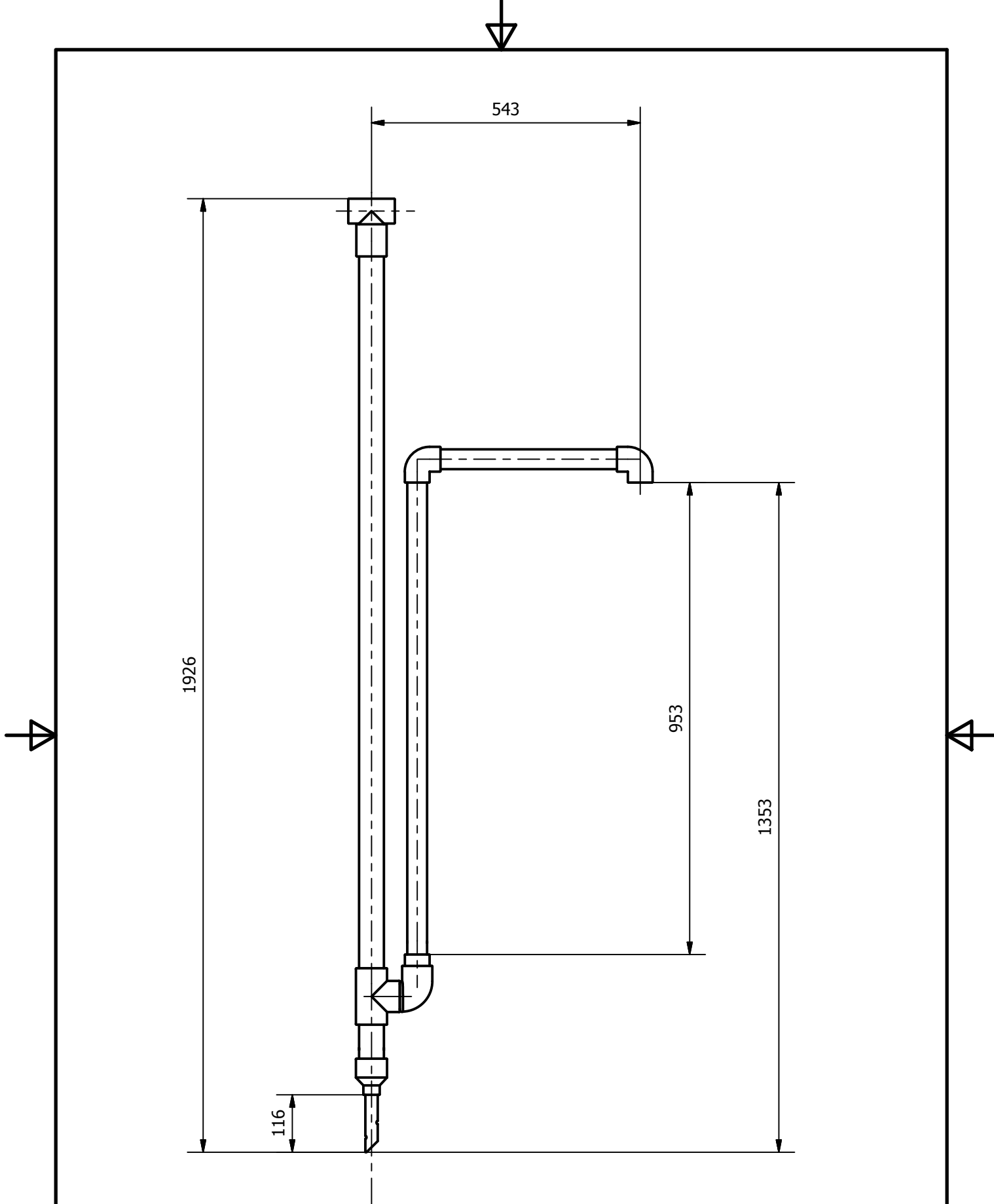




C (1 : 1)

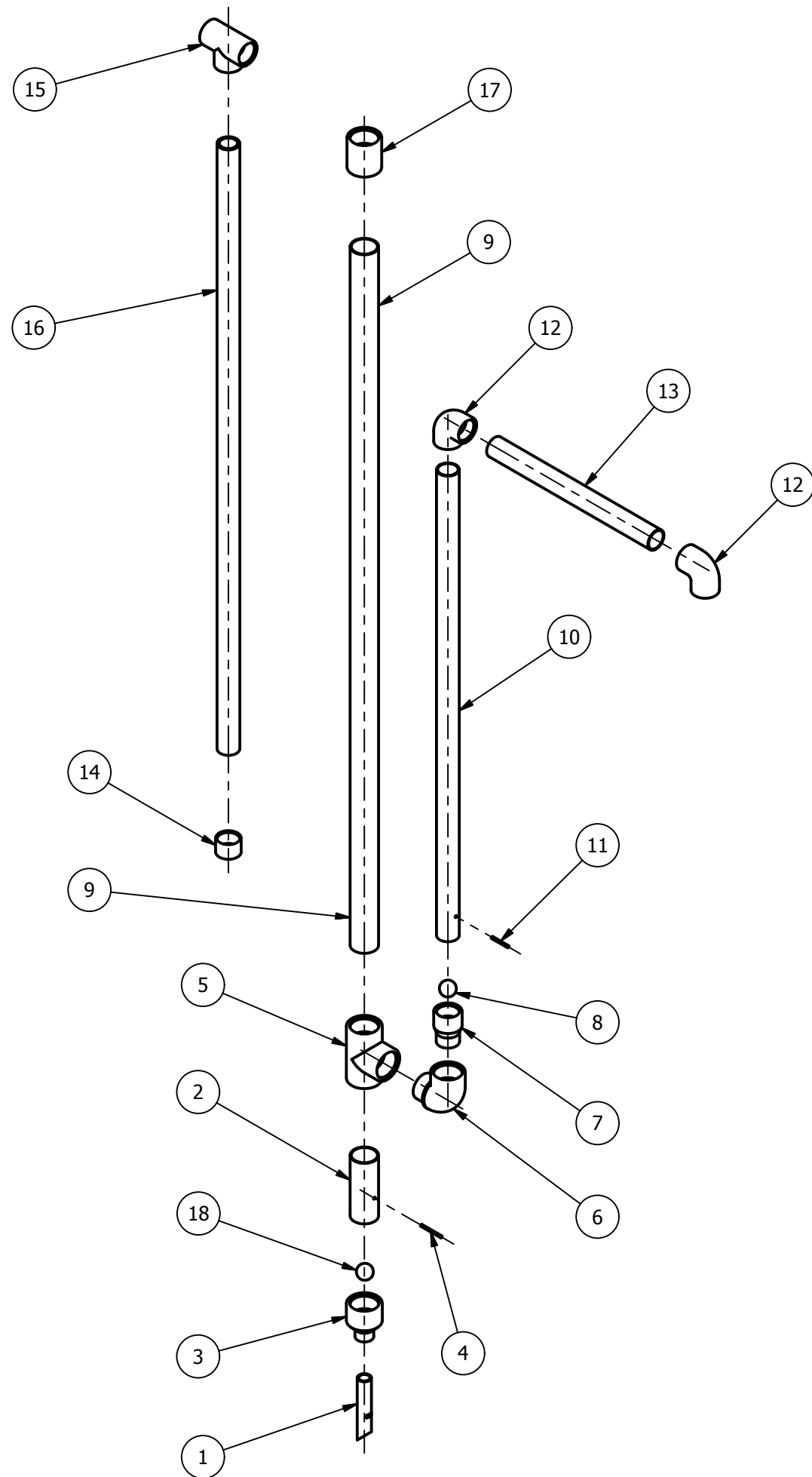


B (1 : 2)



Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:10	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	BCII - PMMA		
		Tipo de doc: Plano de detalle	Bomba Carcará BC-II PMMA		Hoja Nº Plano BCII-00

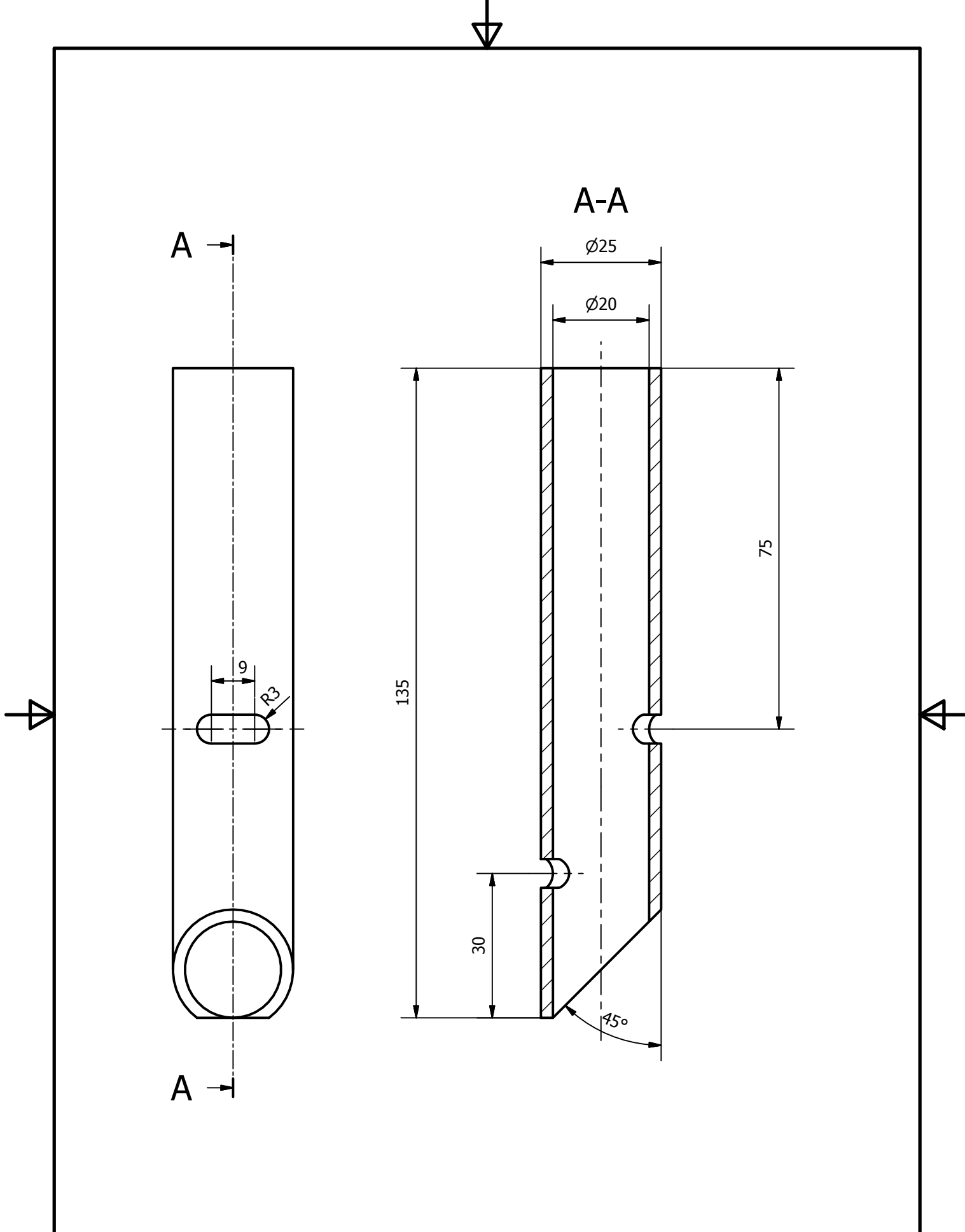




Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:10	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	BC-II PMMA		
		Tipo de doc: Plano de montaje	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-00

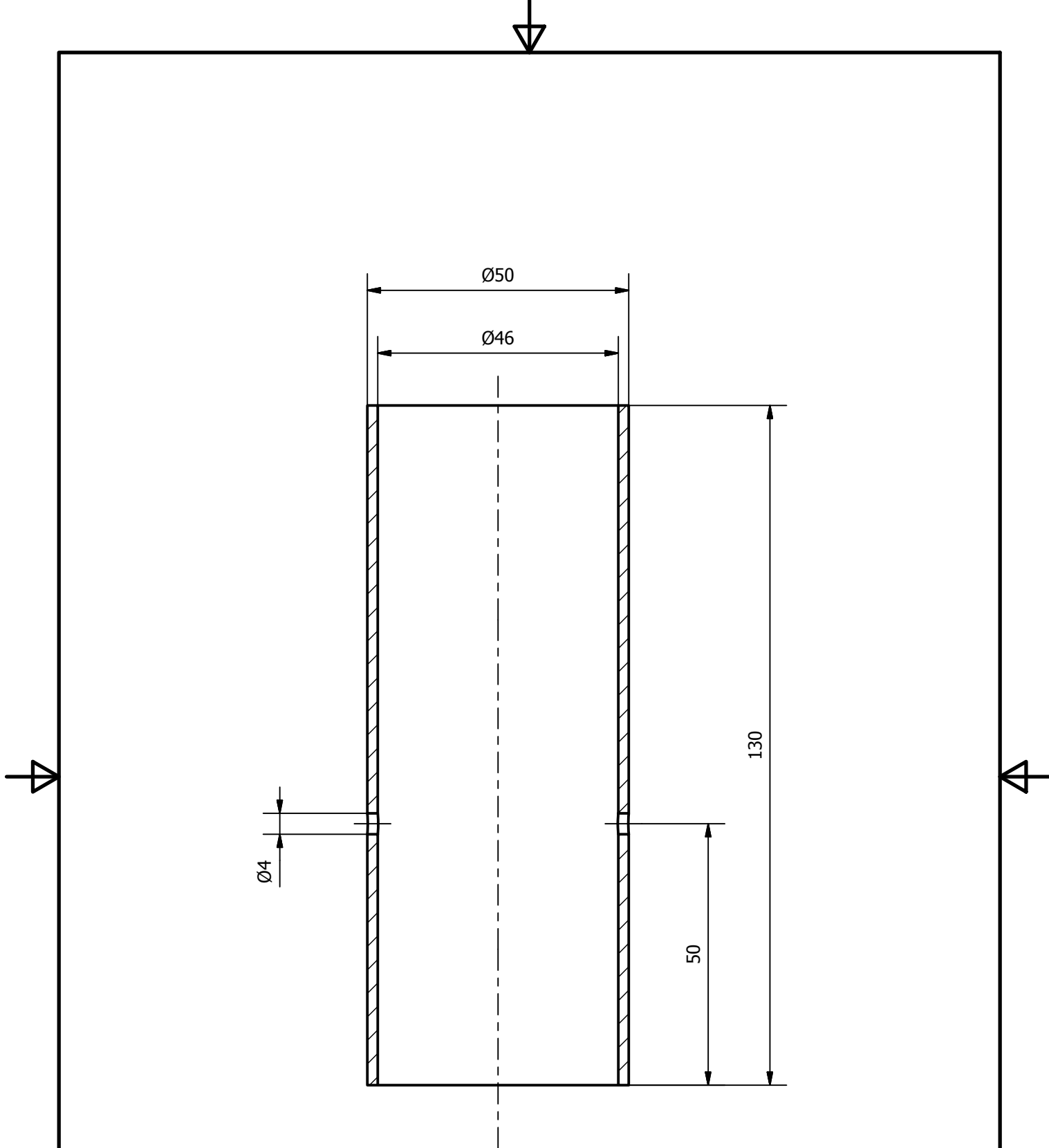




1	Canica 30	18		Bola de cristal D30	Cristal
1	Manguito D50	17		Manguito unión, encolar hembra, DN 16	PVC-U
1	Tubo D40 130	16		Tubo rígido 40	PVC-U
1	Te 40	15		90° Te, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Tapón	14	BCII-06		PVC-U
1	Tubo D40 40	13		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
2	Codo 40	12		Codo 90°, encolar hembra, 40	PVC-U
1	Retén de antirretorno L40	11	BCII-05		Polipropileno
1	Tubo D40 100	10	BCII-04	Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
1	Tubo D50 150	9		Tubo rígido 50	Polimetilmetacrilato
1	Canica 25	8		Bola de cristal D25	Cristal
1	Reducción superior	7		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 50 - 40 x 32	PVC-U
1	Codo 50	6		Codo 90° reducido, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Te 50	5		90° Te, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Retén de antirretorno L50	4	BCII-03		Polipropileno
1	Reducción inferior	3		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 63 - 50 x 25	PVC-U
1	Tubo D50 13	2	BCII-02		Polimetilmetacrilato
1	Tubo de aspiración	1	BCII-01		PVC-U

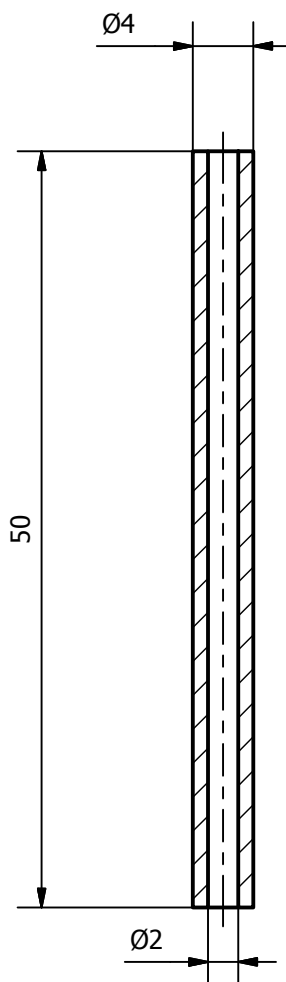
CTDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO	MODELO	MATERIAL	
Creado por:	Revisado por:	Aprobado por:		Escala	Fecha de creación:	Revisión
Christian Polo	María del Mar Recio	José A. Mancebo		1:10	05/02/2014	
		Dpto. responsable:		BCII-PMMA		
		Mecánica Industrial				
		Tipo de doc:		Bomba Carcará BC-II PMMA		Hoja
		Explosionado				BCII-00





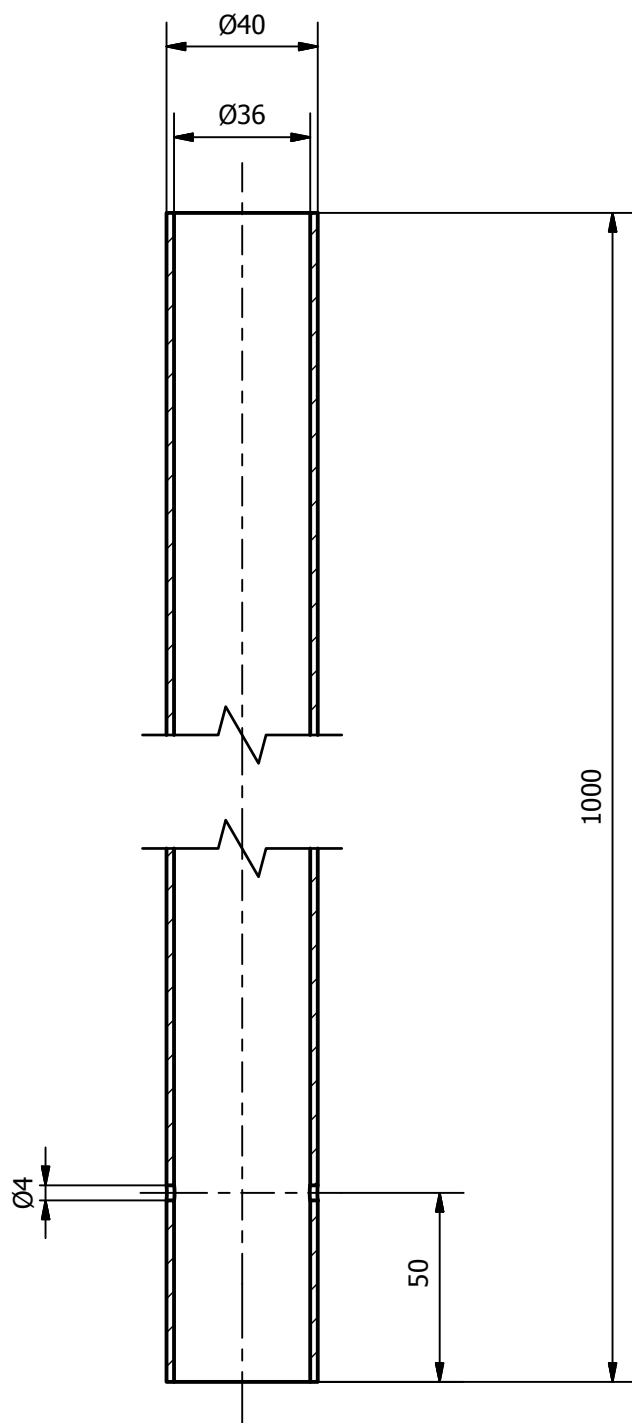
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:1	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	TUBO DE ASPIRACIÓN		
		Tipo de doc: Plano de montaje	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-001





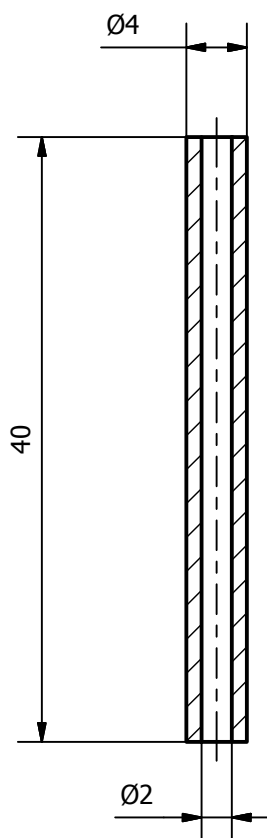
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:1	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	TUBO D50 13		
		Tipo de doc: Plano de despiece	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-002





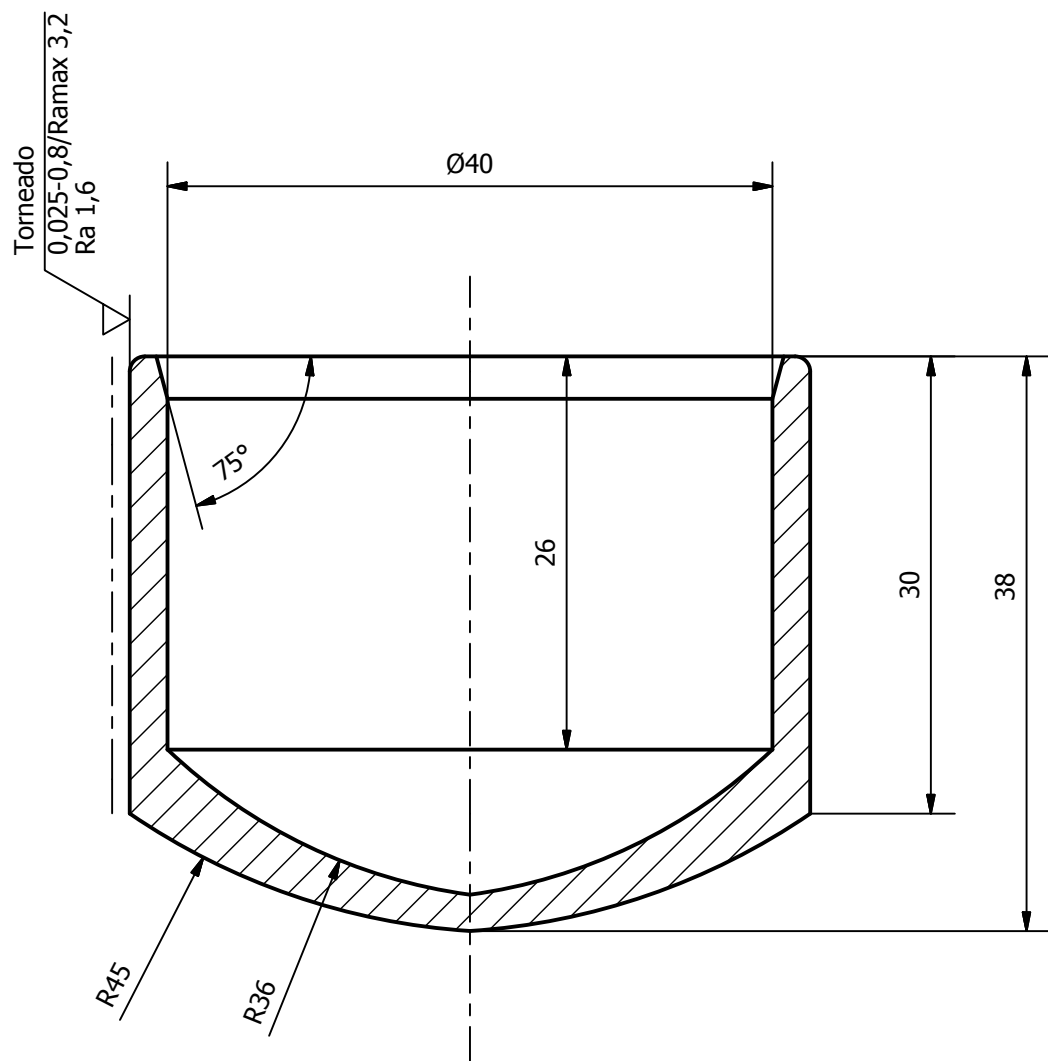
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 2:1	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	RETÉN DE ANTIRRETORNO L50		
		Tipo de doc: Plano de despiece	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-003





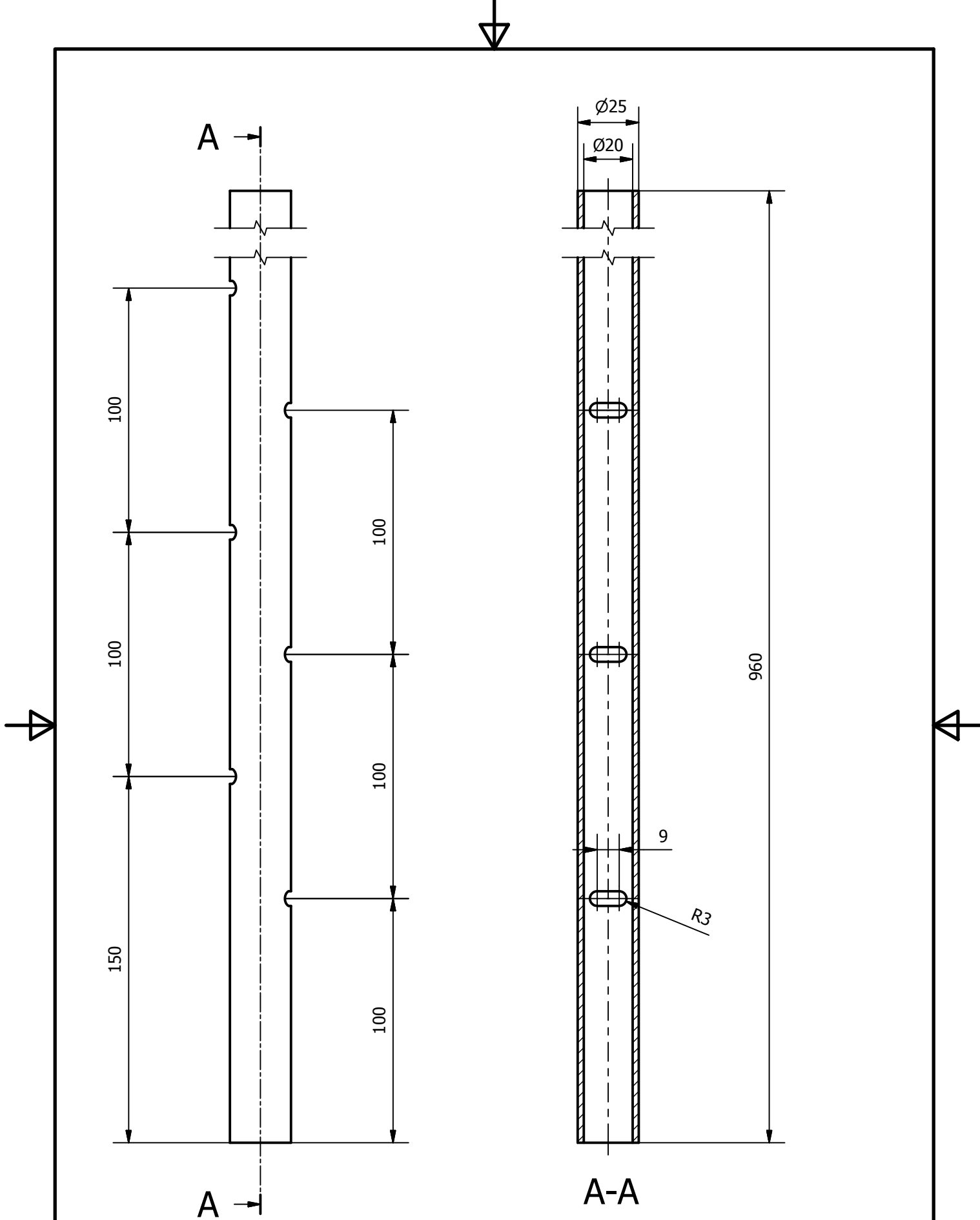
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:2	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	TUBO D40 100		
		Tipo de doc: Plano de despiece	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-004





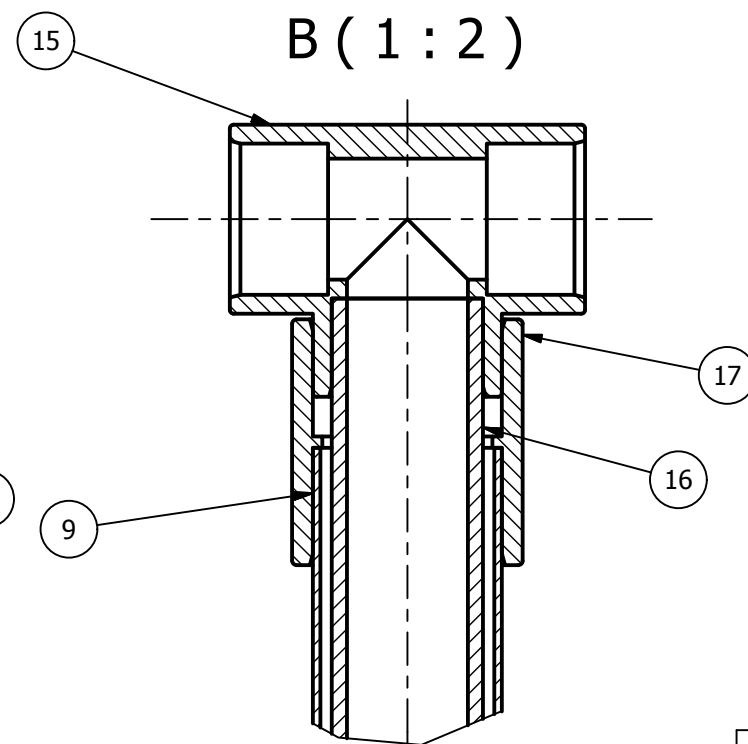
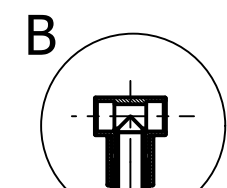
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	RETÉN DE ANTIRRETORNO L40		
		Tipo de doc:	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-005



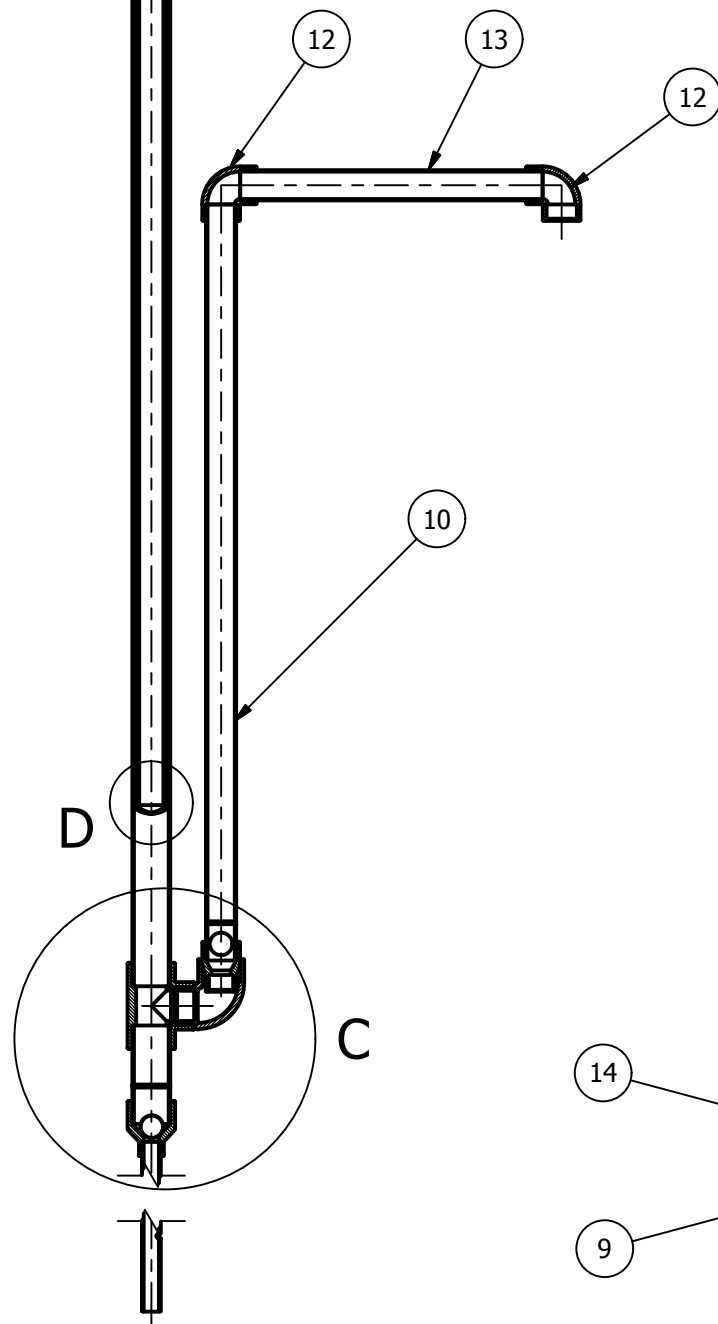
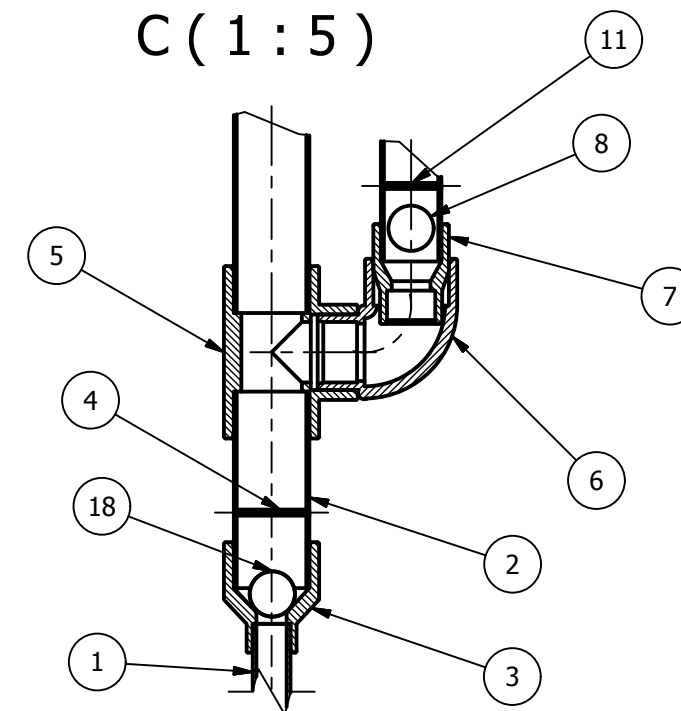
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 2:1	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	TAPÓN		
		Tipo de doc: Plano de despiece	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-006



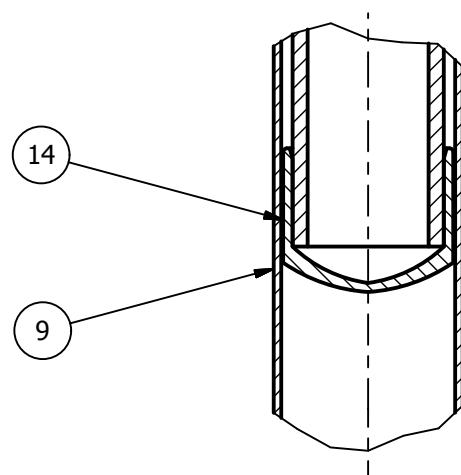
Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José A. Mancebo	Escala 1:2	Fecha de creación: 05/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	TUBO DE ASPIRACIÓN LARGO		
		Tipo de doc: Plano de despiece	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII-007





C (1 : 5)

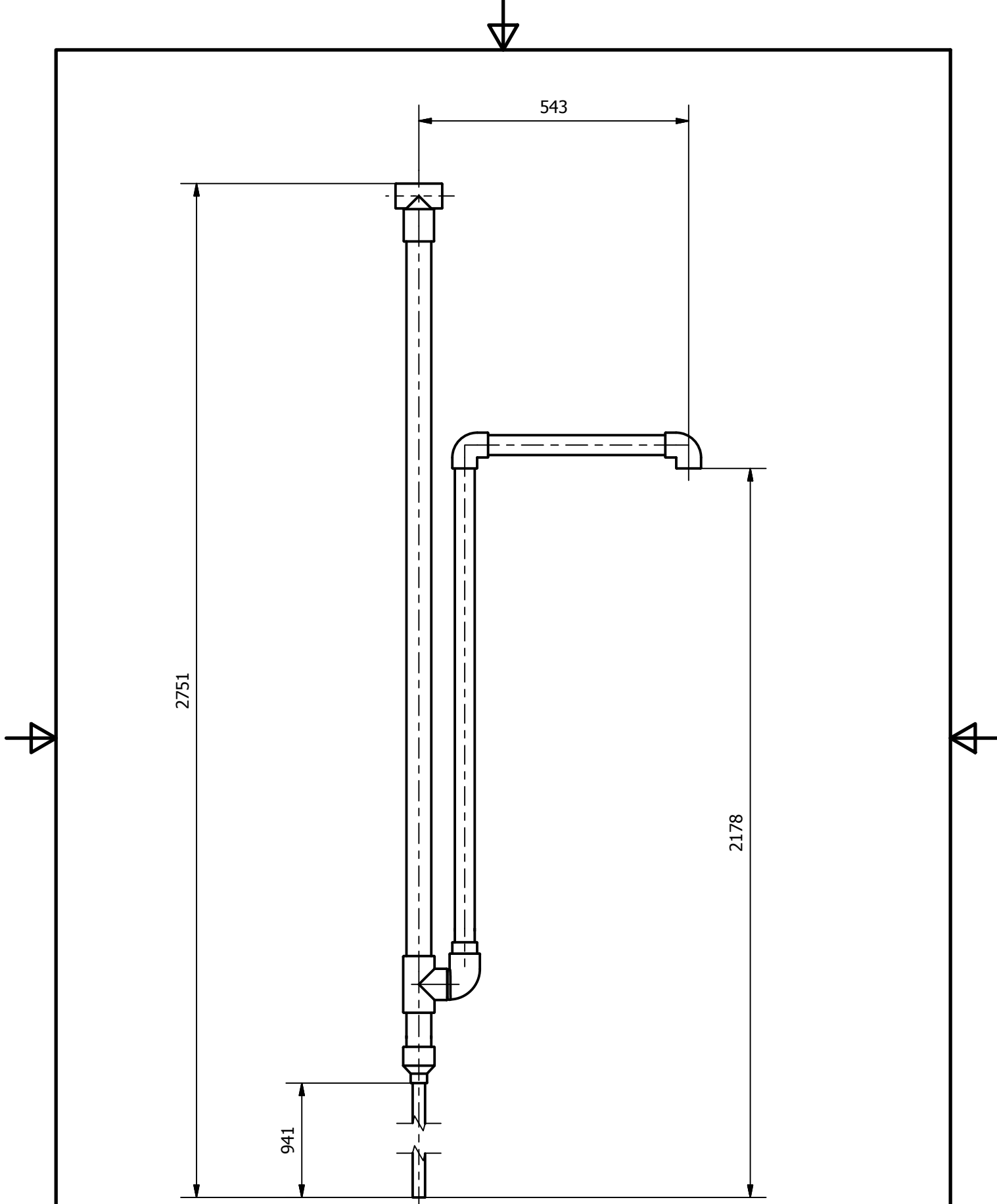




D (1 : 2)

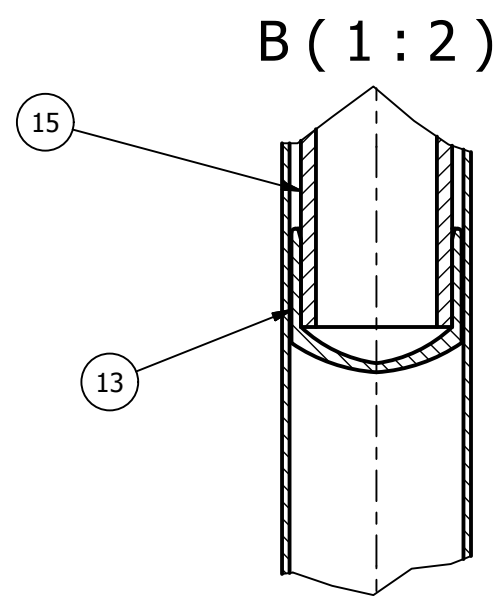
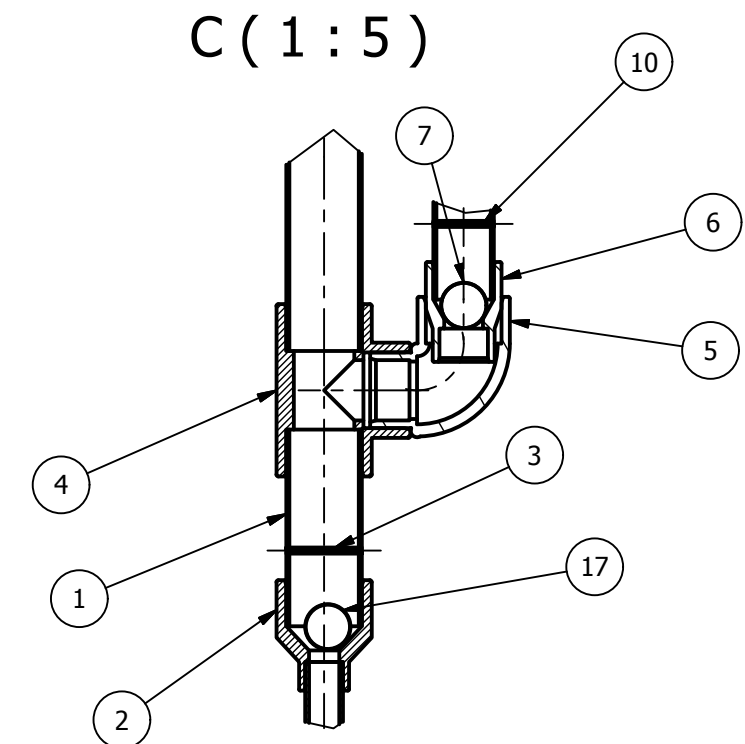
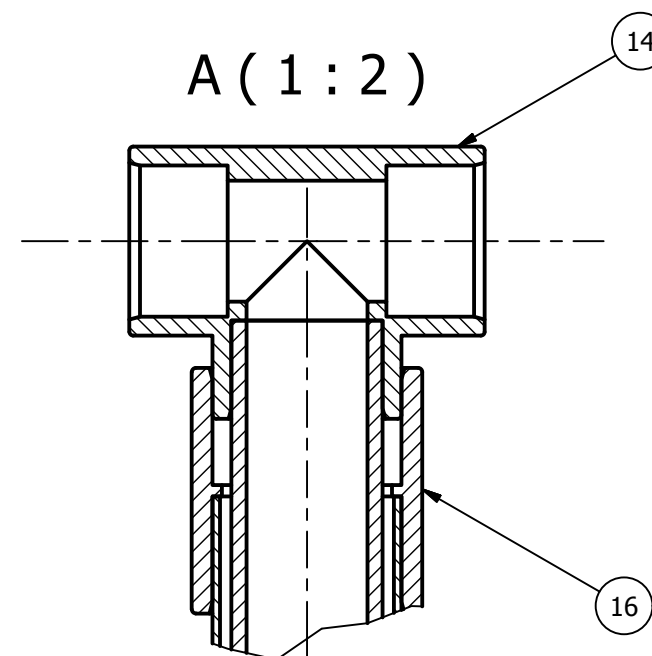
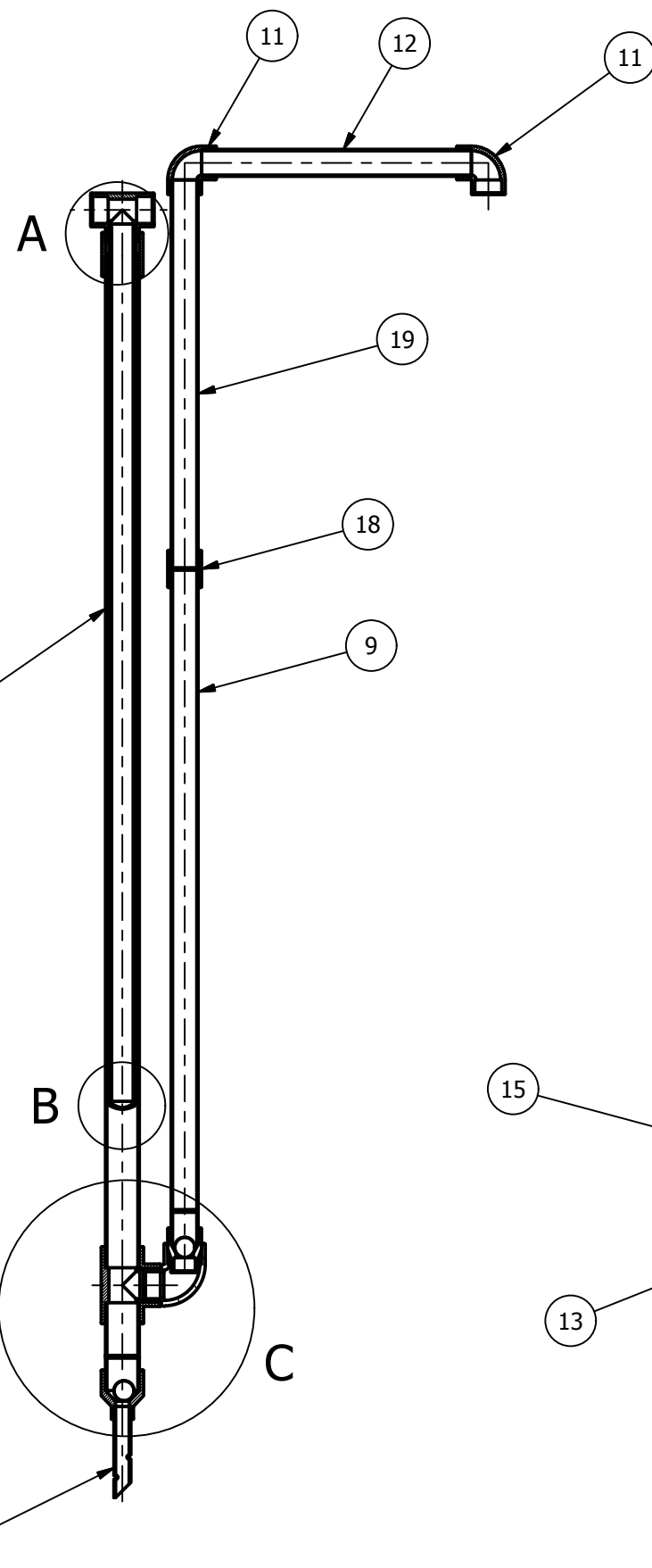


1	Canica 30	18		Bola de cristal D30	Cristal
1	Manguito D50	17		Manguito unión, encolar hembra, DN 50	PVC-U
1	Tubo D40 130	16		Tubo rígido 40	PVC-U
1	Te 40	15		90° Te, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Tapón	14	BCII-06		PVC-U
1	Tubo D40 40	13		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
2	Codo 40	12		Codo 90°, encolar hembra, 40	PVC-U
1	Retén de antirretorno L40	11	BCII-05		Polipropileno
1	Tubo D40 100	10	BCII-04	Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
1	Tubo D50 150	9		Tubo rígido 50	Polimetilmetacrilato
1	Canica 25	8		Bola de cristal D25	Cristal
1	Reducción superior	7		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 50 - 40 x 32	PVC-U
1	Codo 50	6		Codo 90° reducido, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Te 50	5		90° Te, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Retén de antirretorno L50	4	BCII-03		Polipropileno
1	Reducción inferior	3		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 63 - 50 x 25	PVC-U
1	Tubo D50 13	2	BCII-02		Polimetilmetacrilato
1	Tubo de aspiración largo	1	BCII-07		PVC-U
CTDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO	MODELO	MATERIAL



Creado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Escala	Fecha de creación:	Revisión
Christian Polo Castaño	María del Mar Recio	José Antonio Mancebo	1:10	19/02/2014	
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial		BC-II PMMA CON EXT. TUBO ASPIRACIÓN	
		Tipo de doc: Plano de detalle		Bomba Carcará BC-II PMMA	
		Hoja		Nº Plano BCII (A)-00	

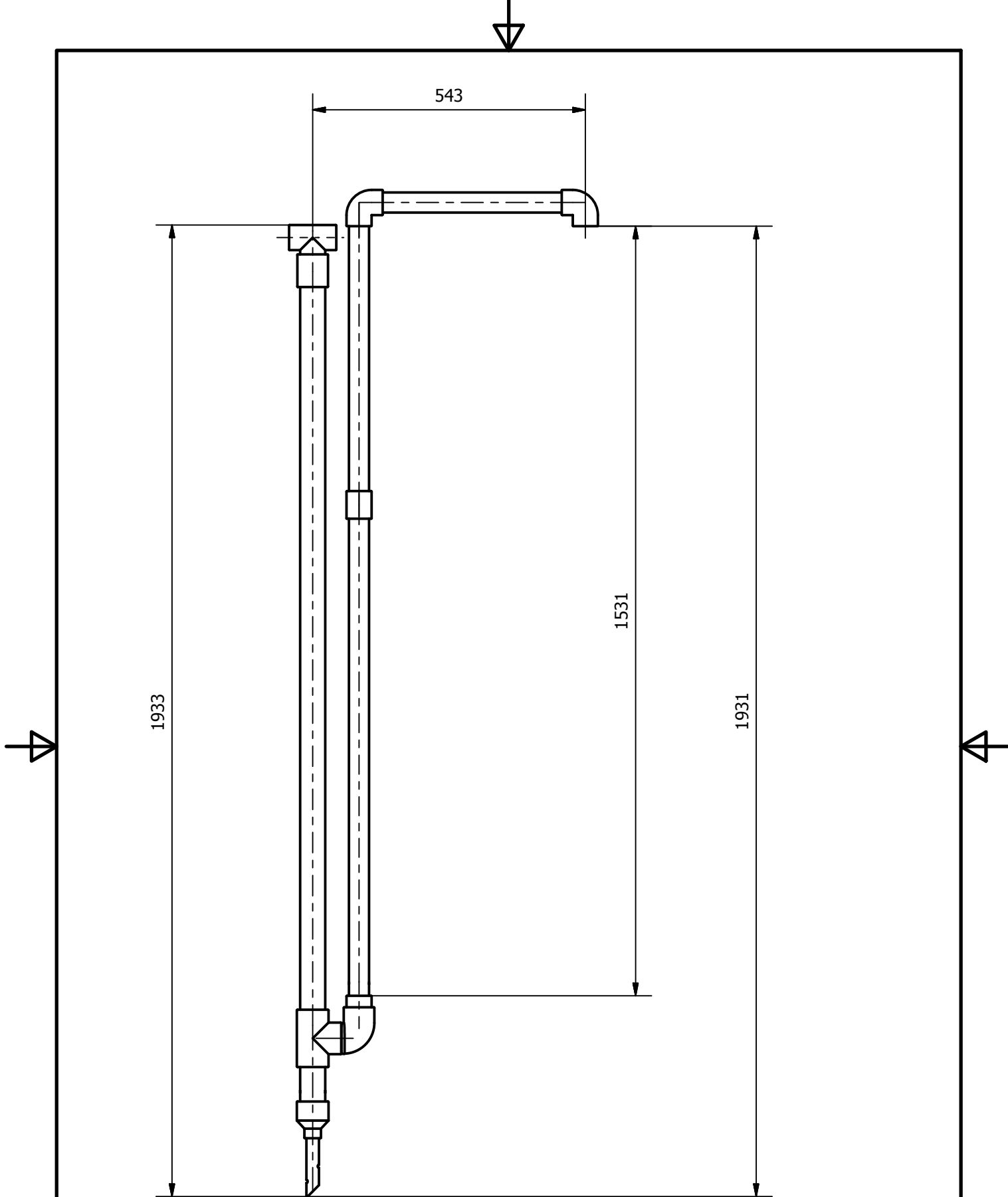




Creado por: Christian Polo Castaño	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José Antonio Mancebo	Escala 1:10	Fecha de creación: 19/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	BCII - PMMA CON EXT. TUBO DE ASPIRACIÓN		
		Tipo de doc: Plano de montaje	Bomba Carcará BC-II PMMA		Hoja Nº Plano BCII (A)-00

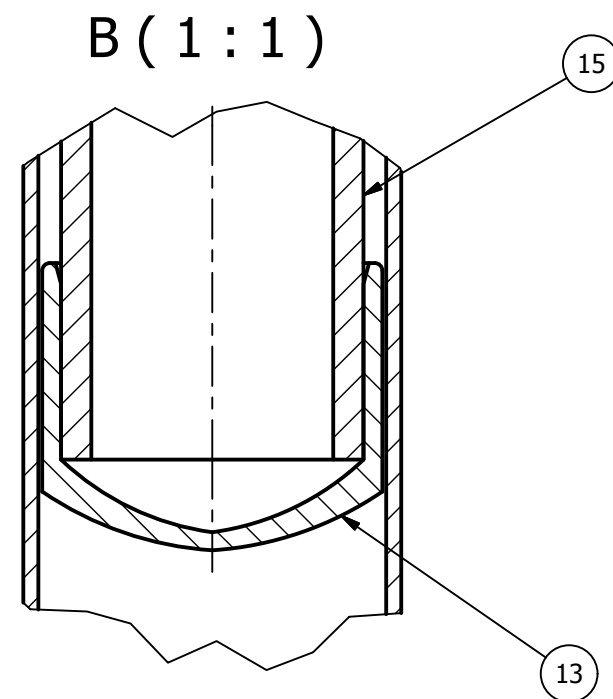
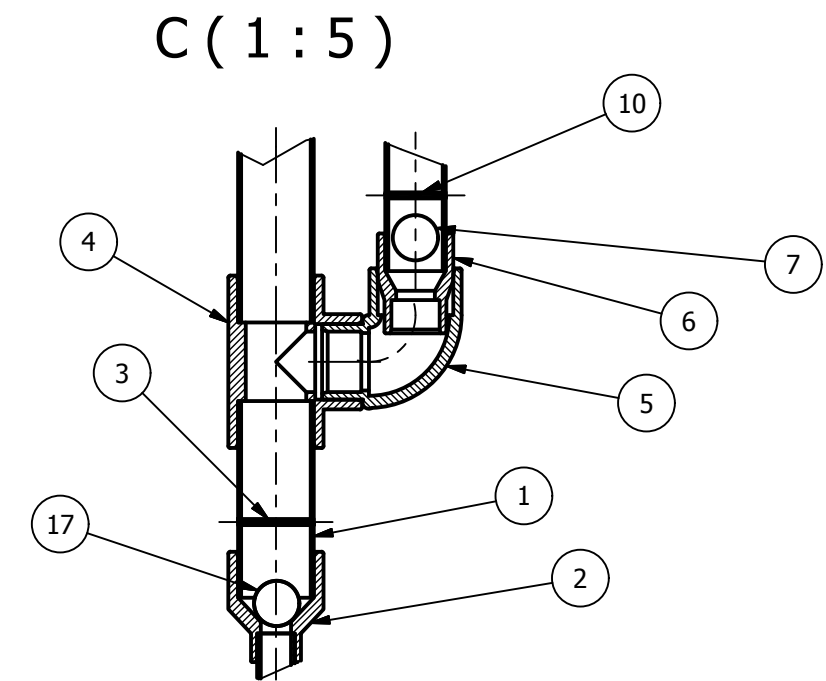
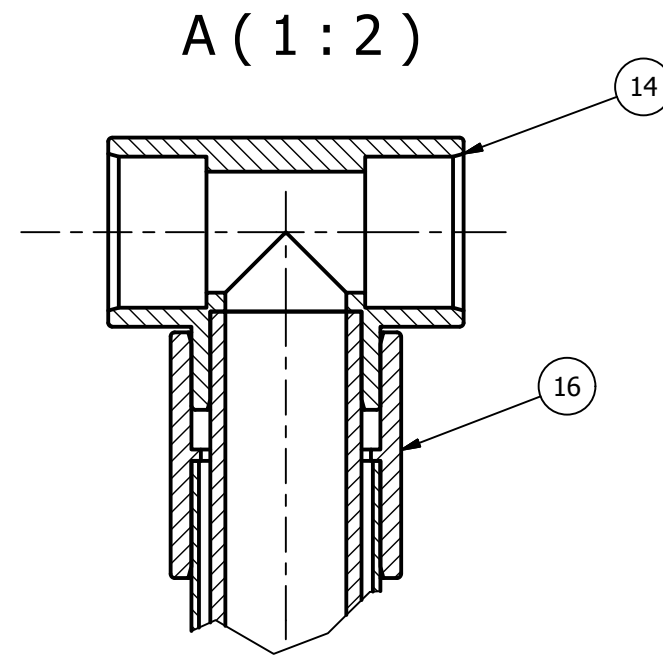
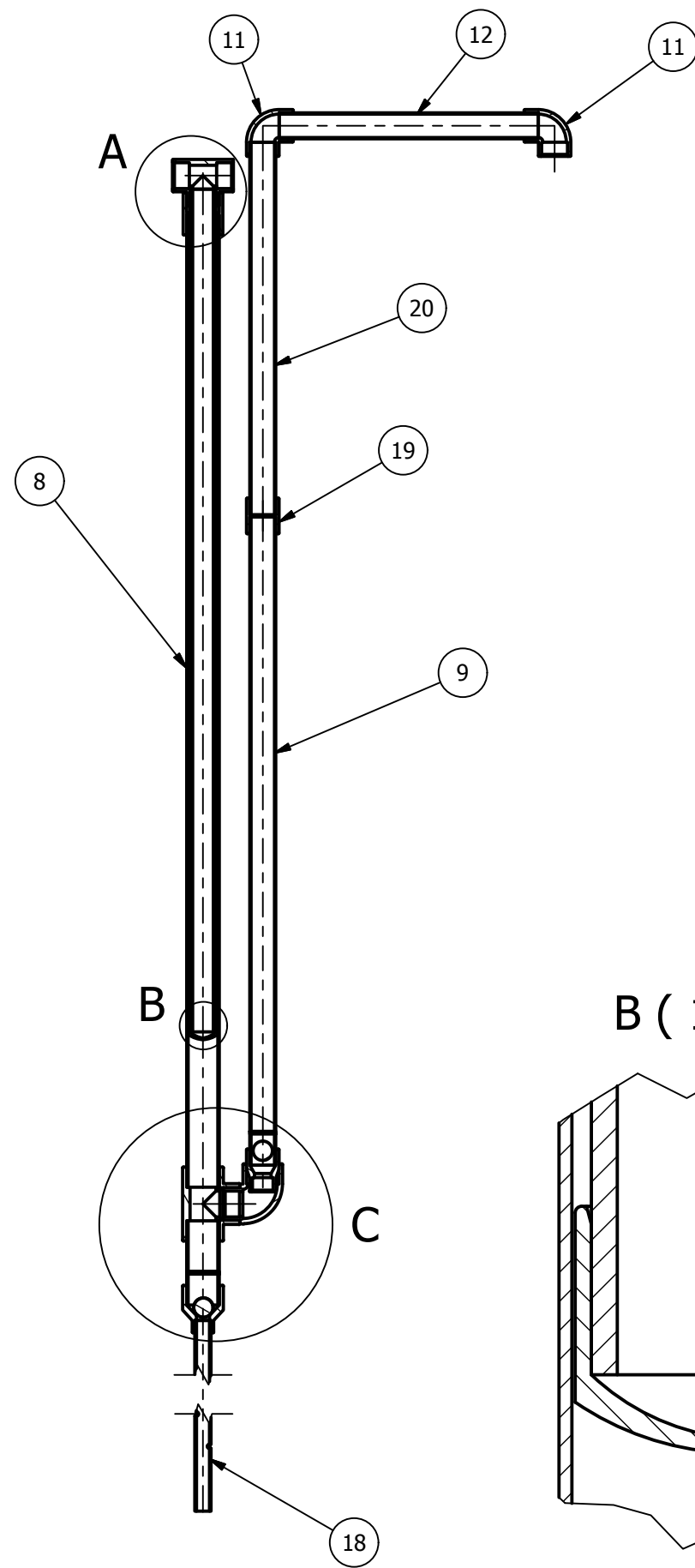


1	Tubo 25 Aspiración	20	BCII-01		PVC-U
1	Tubo 40 57,5cm	19		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
1	Manguito D40	18		Manguito unión, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Canica 30	17		Bola de cristal D30	Cristal
1	Manguito D50	16		Manguito unión, encolar hembra, DN 50	PVC-U
1	Tubo D40 130	15		Tubo rígido 40	PVC-U
1	Te 40	14		90° Te, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Tapón	13	BCII-06		PVC-U
1	Tubo D40 40	12		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
2	Codo 40	11		Codo 90°, encolar hembra, 40	PVC-U
1	Retén antirretorno L40	10	BCII-05		Polipropileno
1	Tubo D40 100	9	BCII-04		Polimetilmetacrilato
1	Tubo D50 150	8		Tubo rígido 50	Polimetilmetacrilato
1	Canica 25	7		Bola de cristal D25	Cristal
1	Reducción superior	6		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 50 - 40 x 32	PVC-U
1	Codo 50	5		Codo 90° reducido, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Te 50	4		90° Te, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Retén de antirretorno L50	3	BCII-03		Polipropileno
1	Reducción inferior	2			PVC-U
1	Tubo 50 13cm	1	BCII-02		Polimetilmetacrilato
CTDAD	Nº DE PIEZA	ELEMENTO	PLANO	MODELO	MATERIAL

Creado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Escala	Fecha de creación:	Revisión
Christian Polo	María del Mar Recio	José Antonio Mancebo	1:10	19/02/2014	
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial		BC-II PMMA CON EXT. TUBO DESCARGA	
		Tipo de doc: Plano de detalle		Bomba Carcará BC-II PMMA	
		Hoja		Nº Plano BCII (B)-00	

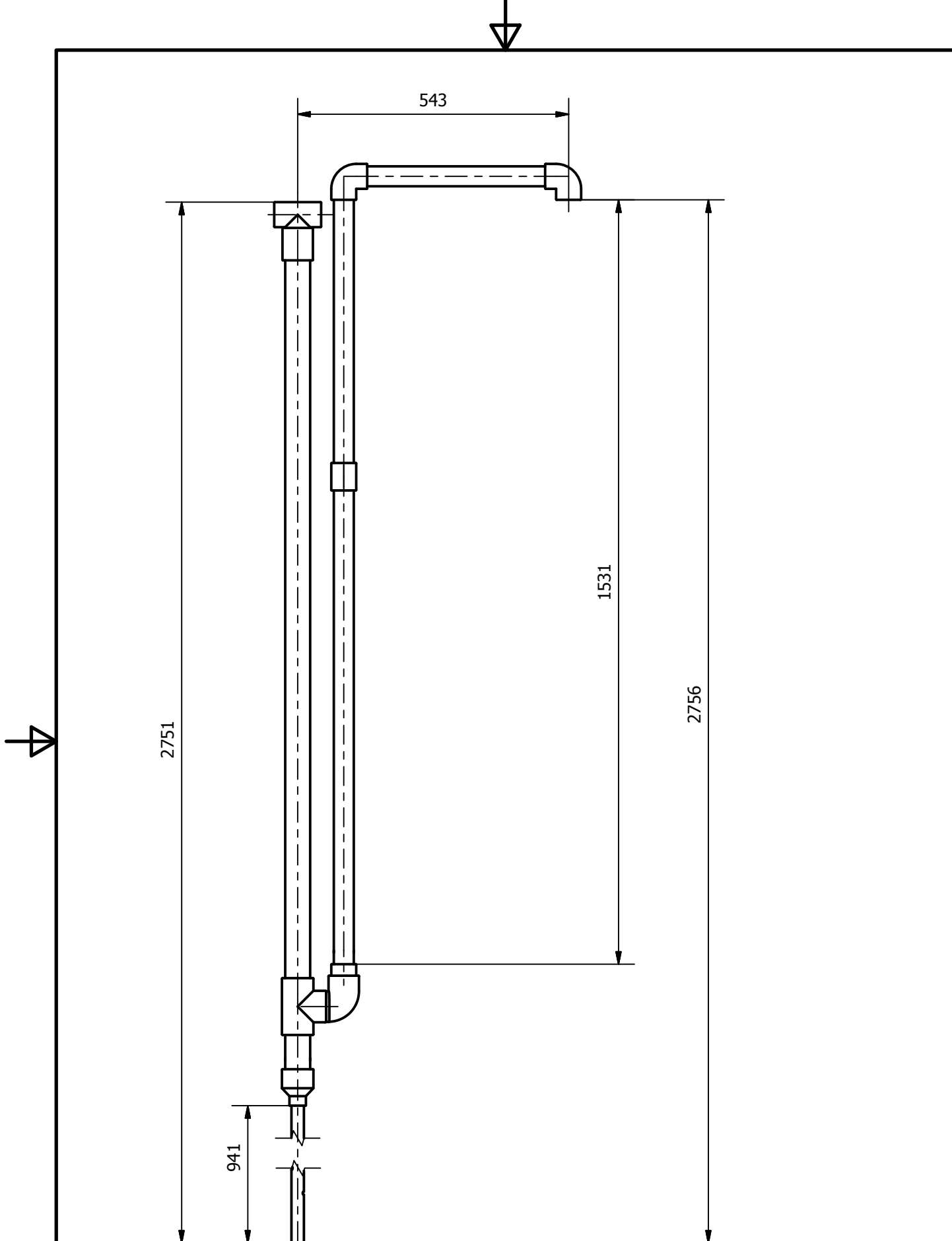




Creado por: Christian Polo	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José Antonio Mancebo	Escala 1:10	Fecha de creación: 19/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	BC-II PMMA CON EXT. TUBO DESCARGA		
		Tipo de doc: Plano de montaje	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII (B)-00



1	Manguito D40	19		Manguito unión, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Tubo 40 57,5cm	20		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
1	Tubo de aspiración largo	18	BCII-07		PVC-U
1	Canica 30	17		Bola de cristal D30	Cristal
1	Manguito	16		Manguito unión, encolar hembra, DN 50	PVC-U
1	Tubo D40 130	15		Tubo rígido 40	PVC-U
1	Te 40	14		90° Te, encolar hembra, DN 40	PVC-U
1	Tapón	13	BCII-06		PVC-U
1	Tubo D40 40	12		Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
2	Codo 40	11		Codo 90°, encolar hembra, 40	PVC-U
1	Retén de antirretorno L40	10	BCII-05		Polipropileno
1	Tubo D40 100	9	BCII-04	Tubo rígido 40	Polimetilmetacrilato
1	Tubo D50 150	8		Tubo rígido 50	Polimetilmetacrilato
1	Canica 25	7		Bola de cristal D25	Cristal
1	Reducción superior	6		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 50 - 40 x 32	PVC-U
1	Codo 50	5		Codo 90° reducido, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Te 50	4		90° Te, encolar hembra, 50	PVC-U
1	Retén de antirretorno L50	3	BCII-03		Polipropileno
1	Reducción inferior	2		Reducción cónica, encolar macho x hembra, 63 - 50 x 25	PVC-U
1	Tubo D50 13	1	BCII-02		Polimetilmetacrilato
CTDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO	MODELO	MATERIAL

Creado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Escala	Fecha de creación:	Revisión
Christian Polo Castaño	María del Mar Recio	José Antonio Mancebo	1:10	19/02/2014	
		Dpto. responsable:	BC-II PMMA CON EXT. TUBO DE ASPIRACIÓN Y DESCARGA		
		Mecánica Industrial	Tipo de doc:	Bomba Carcará BC-II PMMA	
			Plano de detalle	Hoja	Nº Plano
					BCII(C)-00



Creado por: Christian Polo Castaño	Revisado por: María del Mar Recio	Aprobado por: José Antonio Mancebo	Escala 1:10	Fecha de creación: 19/02/2014	Revisión
		Dpto. responsable: Mecánica Industrial	BC-II PMMA CON EXT. TUBO DESCARGA Y ASPIRACIÓN		
		Tipo de doc: Plano de montaje	Bomba Carcará BC-II PMMA	Hoja	Nº Plano BCII(C)-00

4. COSTES DE LAS BOMBAS

El coste de las bombas Carcará I y II se ha estimado por la información obtenida por los catálogos disponibles por los fabricantes de distintas marcas que trabajan en Brasil. Los precios de cada bomba no incluyen las herramientas ni la mano de obra ya que hemos supuesto su fabricación con carácter cooperativo según el concepto VLOM, en el que parte de la población intervendrá en su operación y mantenimiento.

Para la BC-II PMMA supondremos igualmente solo el costo de material, ya que las herramientas y mano de obra para su fabricación fueron supuestas bajo el mismo concepto en el laboratorio de “Hidráulica Aplicada al Desarrollo” y de las máquinas disponibles en taller del departamento de “Mecánica Industrial” de la ETSIDI.

4.1. Bomba Carcará I

Materiales	Ctd	Uds	R\$/ud	Subtotal
Tubo 50 PVC	1,8	ML	7,2	12,96
Tubo 32 PVC	0,5	ML	4,76	2,38
Tubo 25 PVC	0,1	ML	2,17	0,217
Tubo 20 PVC	2	ML	1,51	3,02
Reducción cónica 50x32 PVC	2	UD	3,87	7,74
Reducción cónica 32x20 PVC	1	UD	1,86	1,86
Codo 32 Hembra – Hembra	1	UD	1,75	1,75
Te 50x50x32 90 grados soldable - roscable	1	UD	11,5	11,5
Te 20 90 grados soldable	1	UD	0,84	0,84
Tapón 32	2	UD	1,54	3,08
Tapón 25	2	UD	1,17	2,34
Tapón 20	1	UD	0,95	0,95
Casquillo 32x25	1	UD	0,8	0,8
Manguito mixto 32x1" roscar – encolar	1	UD	4,24	4,24
Reducción cónica 40x25 PVC	1	UD	3,02	3,02
Casquillo 40x32	1	UD	1,54	1,54
Bola de cristal D 30mm	2	UD	0,2	0,4
TOTAL				R\$ 58,64
				19,27 €

Tabla 4-1 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la bomba Carcará I. (Ver apartado 5.1. Fuentes).



4.2. Bomba Carcará II

Materiales	Ctd	Uds	R\$/ud	Subtotal
Reducción cónica 50x25 PVC	1	UD	3,23	3,23
Reducción cónica 40x25 PVC	1	UD	3,02	3,02
Codo 40 Hembra - Hembra PVC	2	UD	4,35	8,7
Codo 25 Hembra - Hembra PVC	1	UD	0,64	0,64
Te 50x50x25 90 grados PVC	1	UD	7,21	7,21
Te 40 90 grados PVC	1	UD	7,16	7,16
Tapón 40 PVC	1	UD	1,59	1,59
Tubo 50 PVC	1,5	ML	7,2	10,656
Tubo 40 PVC	2	ML	6,41	12,82
Tubo 25 PVC	0,5	ML	2,17	1,085
Bola de cristal D 30mm	2	UD	0,2	0,4
Paleta madera	2	UD	0	0
TOTAL				R\$ 56,51
				18,57 €

Tabla 4-2 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la bomba Carcará II (Ver apartado 5.1. Fuentes).

4.3. BC-II PMMA

Materiales	Ctd	Uds	€/ud	Subtotal
Tubo de metacrilato 50x46	2	ML	14,80	29,60
Tubo de metacrilato 40x36	2	ML	9,36	18,72
Reducción cónica 50x25 PVC	1	UD	1,47	1,47
Reducción cónica 63x40 PVC	1	UD	1,47	1,47
Reducción casquillo 40x32 PVC	1	UD	0,74	0,74
Codo 40 Hembra - Hembra PVC	2	UD	0,83	1,66
Codo 50 Macho - Hembra PVC	1	UD	0,95	0,95
Te 50 90 grados PVC	1	UD	0,95	0,95
Te 40 90 grados PVC	1	UD	0,70	0,70
Manguito 50 PVC	1	UD	1,09	1,09
Tapón 40 PVC	1	UD	0,56	0,56
Tubo 40 PVC	2	ML	1,10	2,20
Tubo 25 PVC	0,5	ML	0,65	0,33
Bola de cristal D 30mm	1	UD	0,05	0,05
Bola de cristal D 25mm	1	UD	0,04	0,04
Cinta de teflón	6	UD	0,75	4,50
Palo plástico	2	UD	0,25	0,50
Palillo de madera	2	UD	0,01	0,02
Pegamento PVC	1	UD	1,90	1,90
Silicona	1	UD	0,30	0,30
			Total	38,14 €
			TOTAL IVA (21%)	46,15 €

Tabla 4-3 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la BC-II PMMA (Ver apartado 5.1. Fuentes).



5. BIBLIOGRAFÍA

- COHIM, Eduardo. Avaliação preliminar de uma bomba manual. 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Campina Grande - PB. 2012.
<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a030.pdf>
- HOWARD, Guy; BARTRAM, Jamie. Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. World Health Organization (WHO). 2003.
http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf
- MEIRA FILHO, Abdon da Silva; BARBOSA DO NASCIMENTO, José Wallace; ANTUNES DE LIMA, Vera Lucia. Patologias em sistemas de captação de água de chuva por meio de cisternas no semiárido Paraibano. 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Campina Grande - PB. 2012.
<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a044.pdf>
- Colavidas, Felipe; Oteiza, Ignacio; SALAS, Julián. HACIA UNA MANUALÍSTICA UNIVERSAL DE HABITABILIDAD BÁSICA Catálogo de componentes, servicios e instalaciones de muy bajo coste. Editorial Mareia 2006. <http://www.aq.upm.es/habitabilidadbasica/manuales.html>
- Whitehead, V. Development and selection of low cost handpumps for domestic rainwater water tanks in E. Africa. University of Warwick. 2001.
http://docs.watsan.net/Downloaded_Files/PDF/Whitehead-2001-Development.pdf
- Malvezzi, Roberto. Semi-árido - uma visão holística. Brasília: Confea, 2007.
http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Semi-%C3%81rido_uma_vis%C3%A3o_hol%C3%ADstica.pdf
- Doderlin de Win, Theodorus Augustinus; Cavalcante da Silva, José. BOMBA DE BOLA DE GUDE. 3º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Campina Grande - PB. 2001.



http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp_theodorus_bombadeboladegu_de.pdf

- Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 Update 1. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. <http://www.unicef.org/media/files/JMPReport2012.pdf>

- ADAMS, Jhon... [et al]. Normas sobre agua, saneamiento e higiene para escuelas en contextos de escasos recursos. Organización Mundial de la Salud, 2010.

http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243547794_spa.pdf

- Anaya Garduño, Manuel. Sistemas de Captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe. Manual Técnico. México 1998. Agencia de Cooperación Técnica IICA.

<http://repiica.iica.int/docs/B1218E/B1218E.PDF>

- Silva, Milton Nogueira da... [et al]. Água e mudanças climáticas: tecnologias sociais e ação comunitária. Belo Horizonte: CEDEFES. Fundação banco do Brasil, 2012.

<http://www.cpa.unicamp.br/alcscens/publications/LivroAguaeMudancasClimaticas.pdf>

- Mancebo Piqueras, José Antonio; Jiménez, Alejandro. Tecnologías apropiadas para cumplir el Derecho Humano al Agua. Las bombas manuales. Tiempo de paz (98). pp. 92-96. 2010 ISSN 0212-8926. <http://oa.upm.es/8726/>

- ANDRADE NETO, C. O. Segurança sanitária das águas de cisternas rurais. 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Juazeiro, PB. 2003.

http://www.abcmac.org.br/files/simposio/4simp_cicero_segurancasanitariasda_aquadecisterna.pdf



- Albertina de Farias, Silva... [et al]. MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO SERTÃO E NO CARIRI PARAIBANO. 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Campina Grande - PB. 2012. <http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a036.pdf>
- TAVARES, A. C... [et al]. Captação e manejo de água de chuva em cisternas: uma forma de mitigar os efeitos das secas prolongadas no Nordeste Semi-árido – Estudo de Caso: Assentamento Paus Brancos, Paraíba. 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Belo Horizonte- MG. 2007. http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/mostrar_bib.php?COD_ARQUIVO=10597
- ACTION CONTRE LA FAIM. Water, sanitation and hygiene for populations at risk. France: HERMANN ÉDITEURS DES SCIENCES ET DES ARTS. 2005 .ISBN 2 7056 6499 8
- ONU. 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. Asamblea general Naciones Unidas, Sexagésimo cuarto período de sesiones, tema 48 del programa. 2010. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S
- Manual para execução do Programa Cisternas. Primeira Água. Água para beber e cozinhar. Operacionalização do Programa e Orientações ao Proponente. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, Governo do Brasil. Brasília 2011. <http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/programa-cisternas/entenda-o-programa/manual-de-identidade-visual-do-programa-cisternas>
- Polo Castaño, C.D.; Ramos, E; González Abelleira, M. Bombas de émbolo de PVC tipo Carcará. Aplicación a la extracción de aguas pluviales en cisternas



del semiárido brasileño. 1ª Jornadas internacionales de bombas manuales y de ariete. Madrid – 2013.

- Diseño de un sistema de impulsión de agua con Bomba de Mecate o de cuerda. - Proyecto fin de carrera. 2013. José Antonio Pérez González. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Instrumentación, adquisición de datos y ensayo de bombas de agua manuales de pistón: Afridev. – Proyecto fin de carrera. 2012. Sergio Ferrer Saavedra. Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.
- Diseño y construcción de una Bomba Manual de Émbolo Sumergido – Proyecto fin de carrera. 2011. Pablo Jardón Vara. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- *Tuberías plásticas en las obras hidráulicas*. ASETUB (2007) http://www.asetub.es/empresas/asetub/guia_tecnica.pdf
- *Agua y alimentación por derecho. Derecho Humano al agua y saneamiento*. 2012. Varios autores. ONGAWA Ingeniería para el Desarrollo Humano, UNESCO Etxea y Prosalus. Madrid, España.
- *Derecho al Agua y al Medio Ambiente sano para una vida digna. Derecho Humano al agua y saneamiento*. 2012. Varios autores. ONGAWA Ingeniería para el Desarrollo Humano, UNESCO, ETXEA y Prosalus. Madrid, España.
- *Bomba de Mecate Sobreelevada (BM-II). Manual práctico de construcción, instalación, operación y mantenimiento*. 2010. José Antonio Mancebo Piqueras y Gabriel Rebassa Tous. Ingeniería Sin Fronteras asociación para el desarrollo, Grupo de cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento EUITI-UPM, Universidad de Castilla la Mancha y Universidad Politécnica de Madrid. Cabo Delgado, Mozambique.
- *Dibujo Industrial, 3º Edición*. 2002. Jesús Félez y María Luisa Martínez. Editorial Síntesis. Madrid, España.



5.1. Fuentes

- Figura 1-1 Objetivos de Desarrollo del Milenio. Fuente: <http://politicacritica.com/>
- Tabla 1-1 Definición del acceso al agua según la OMS. Fuente: *El agua como elemento clave para el desarrollo* - Canal Educa. 2011.
- Gráfica 1-1 Proyección de la producción mundial de Brasil, China e India. Fuente: *El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso* – PNUD. 2013.
- Gráfica 1-2 IDH de las economías emergentes. Fuentes: *El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso* – PNUD.2013.
- Gráfica 1-3 Relación entre Cobertura de abastecimiento y el IDH. Fuente: *El agua como elemento clave para el desarrollo* - Canal Educa. 2011.
- Gráfica 1-4 Relación entre Cobertura de saneamiento y el IDH Fuente: *El agua como elemento clave para el desarrollo* - Canal Educa. 2011.
- Gráfica 1-5 Agua disponible en la Tierra. Fuente: <http://inta.gob.ar/imagenes/ciclo-del-agua-agua-disponible-en-la-tierra/view>.
- Figura 1-1 Tipología del agua confinada Fuente: <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>.
- Figura 1-2 Esquema de filtración del agua en el suelo. Fuente: <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- Gráfica 1-6 Ciclo hidrológico Fuente: <http://inta.gob.ar/imagenes/ciclo-del-agua-agua-disponible-en-la-tierra/view>.
- Figura 1-3 Sistema “Rojison” y esquema de recogida de agua de lluvia. Fuente: *Rainwater Harvesting and Utilisation* – Blue Drop Series. Book 2 Beneficiaries & Capacity Builders. UN-HABITAT.

- Figura 1-4 Tanque de madera para recogida de agua de lluvia en Hawái
Fuente: *Rainwater Harvesting and Utilisation – Blue Drop Series. Book 2* Beneficiaries & Capacity Builders. UN-HABITAT.
- Figura 1-5 Cisterna de captación de agua de lluvia en una escuela de Major Isidoro, Alagoas. Fuente: *Breve reseña de notas de viaje – Programa Cisternas BR-007-B*. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-6 Esquema del sistema de recogida de agua de lluvia y cisterna.
Fuente: *ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE CISTERNAS SEMIENTERRADAS CON BOMBAS MANUALES* – J.M. Orquín. 2013.
- Figura 1-7 *GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACION DEL AGUA DE LLUVIA* - Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR), OMS. 2001.
- Figura 1-8 Vista en sección de una cisterna de 16000 litros. Fuente: Manual para execução do Programa Cisternas. Primeira Água. Água para beber e cozinhar. Operacionalização do Programa e Orientações ao Proponente. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, Governo do Brasil. Brasília 2011.
- Figura 1-9 Medidas de la cisterna de 52.000 litros. Fuente: *Breve reseña de notas de viaje (Plantilla.xls)* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-10 Detalle de placas y viguetas para una cisterna de 16000 litros
Fuente: Manual para execução do Programa Cisternas. Primeira Água. Água para beber e cozinhar. Operacionalização do Programa e Orientações ao Proponente. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, Governo do Brasil. Brasília 2011.
- Figura 1-11 Detalle placas y viguetas para la cisterna de 52.000
Fuente: *Breve reseña de notas de viaje (Plantilla.xls)* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.

- Figura 1-12 Instalación de la primera bomba manual Carcará II en una escuela de Major Isidoro, Alagoas. 2012). Fuente: *Breve reseña de notas de viaje* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-13 Extracción del agua de una cisterna antigua con balde y cuerda en una escuela de Canapi, Alagoas. Fuente: *Breve reseña de notas de viaje* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-14 Bombas de émbolo. Fuentes: <http://www.iesalfonsox.com/> y <http://www.disaster-info.net/>.
- Figura 1-15 Bomba de mecate BM-II y bomba rotativa. Fuentes: *Tecnologías apropiadas para cumplir el Derecho Humano al Agua. Las bombas manuales* – J.A. Mancebo, A. Jiménez. 2010.
- Figura 1-16 Bombas Carcará I y II. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-17. Montaje en taller de la bomba Carcará II. Fuente: *Breve reseña de notas de viaje* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-18. Montaje completo bomba Carcará 2. Fuente: *Breve reseña de notas de viaje* – Programa Cisternas BR-007-B. J. A. Mancebo. 2013.
- Figura 1-19 BC-II PMMA y esquema de montaje. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-20 Esquema de funcionamiento BC-II. PMMA Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-21 Detalle válvula superior. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-22 Detalle de la válvula superior. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-23 Montaje en tubo. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-24 Montaje en reducción. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-25 Detalle del extremo del pistón Bomba Carcará II. Fuente: Elaboración propia.

- Figura 1-26 Detalle extremo del pistón BC-II PMMA. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-27 Detalle abrazadera. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-28 Detalle del tubo de aspiración largo. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-29 Extensión del tubo de descarga. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-30 Propuesta de depósito en la cisterna para apoyo de la bomba. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-31 Bidón de descarga y depósito de llenado. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-2 Relación de caudales, potencias y rendimiento. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-3 Medidas de masas en los experimentos 3, 4, 5, 6 y 7. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 1-32 Captura de video medición con dinamómetro. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-4 Sin extensiones ($H=167$ cm). Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-5 Con extensión del tubo de aspiración ($H_2 = 167$ cm). Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-6 Con extensión del tubo de descarga ($H_3 = 220$ cm). Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 1-7 Con las dos extensiones ($H_4 = 286$ cm). Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 1-7 Curva característica para $H_h=1,19$ m. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 1-8 Curva característica para $H_h=1,48$ m. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 1-9 Curva característica para $H_h=1,93$ m. Fuente: Elaboración propia.
- Gráfica 1-10 Curva característica para $H_h=2,57$ m. Fuente: Elaboración propia.

- Figura 1-33 Montaje y detalle de altura para comparativa BM-II y BC-II PMMA. Fuente: Elaboración propia.
- Figura 2-1 Características técnicas PVC. Fuente: *Ficha técnica tubos PVC* EMAC. 2010.
- Figura 2-2 Tipos de diámetros nominales de las tuberías PVC. Fuente: *Catálogo técnico PVC* – FORTLEV. 2011
- Figura 2-3 Canicas. Fuente: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXOT4tnbtQ5ah_sfTffPgr2JEW-wNgM20W6B3UpLsquopfdd2FTw
- Figura 2-4 Especificaciones técnicas adhesivos PVC. Fuente: www.griffon.eu
- Figura 2-5 Tubos de polimetilmetacrilato (PMMA). Fuente: <http://www.lobot.es/>
- Figura 2-6. Cinta de teflón. Fuente: <http://www.traxco.es/>
- Figura 2-7 Propiedades del teflón. Fuente: <http://www.general-aislante.com.ar/teflon.htm>
- Tabla 2-1 Propiedades del adhesivo termofusible. Fuente: www.amazon.com
- Figura 2-9 Barras de adhesivo termofusible. Fuente: www.amazon.com
- Figura 2-10 Palo de plástico. Fuente: <http://www.tiendatropicalia.com/>
- Tabla 2-2 Propiedades polipropileno: <http://www.tiendatropicalia.com/>
- Tabla 4-1 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la bomba Carcará I. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 4-2 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la bomba Carcará II. Fuente: Elaboración propia.
- Tabla 4-3 Tabla de precios unitarios y totales de los materiales de la BC-II PMMA. Fuente: Elaboración propia.

6. ANEXOS

6.1. Marco lógico del Programa Cisternas BRA-007-B

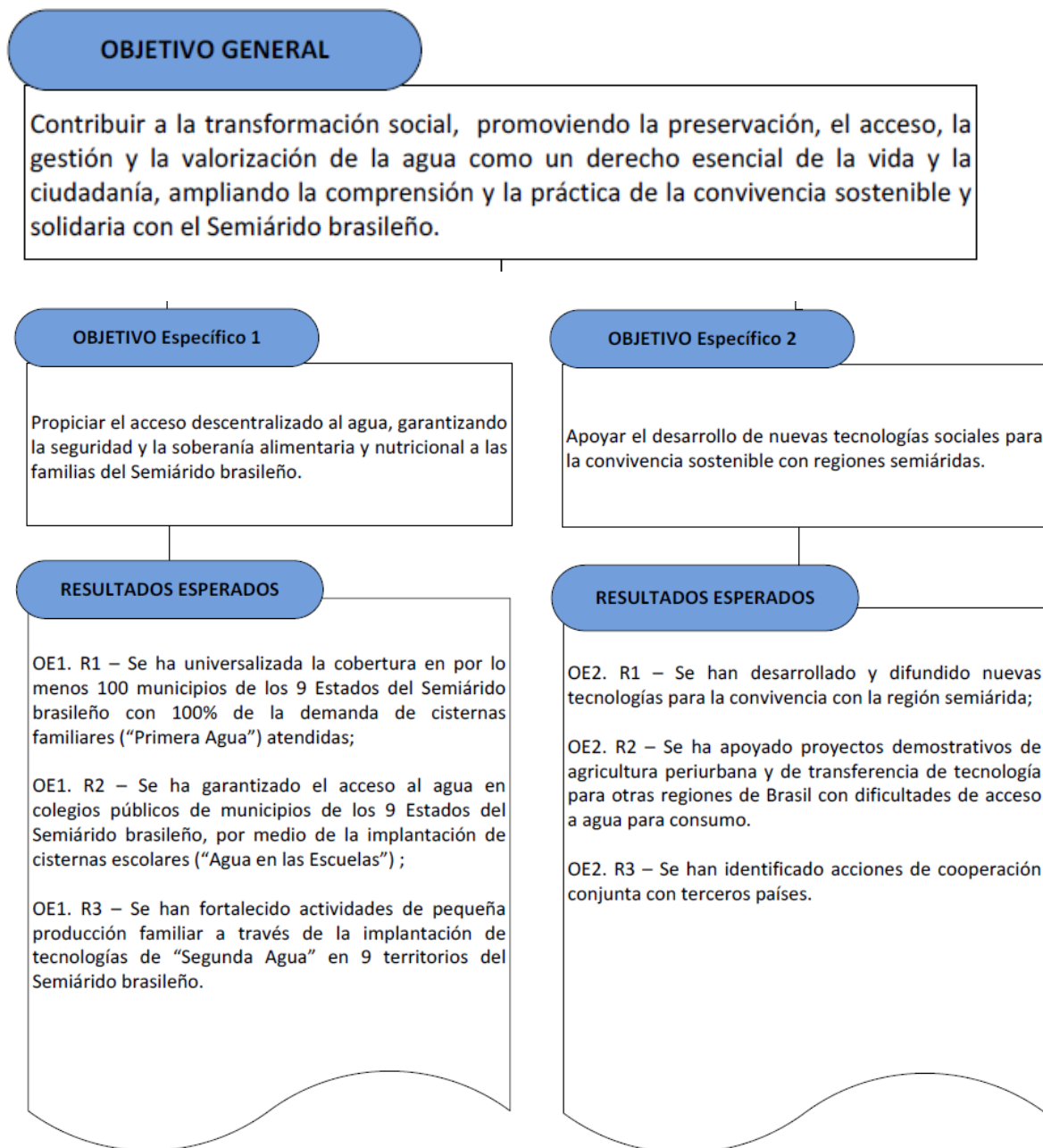


Figura 6-1 Objetivo General y Objetivos específicos 1 y 2.

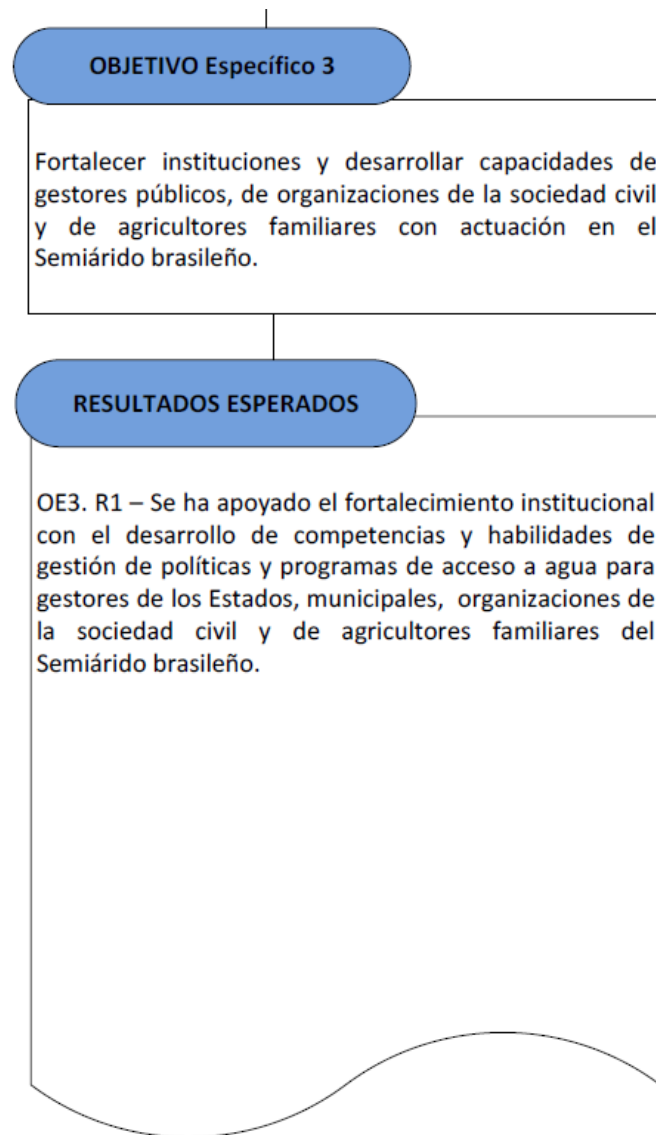


Figura 6-2 Objetivo específico 3

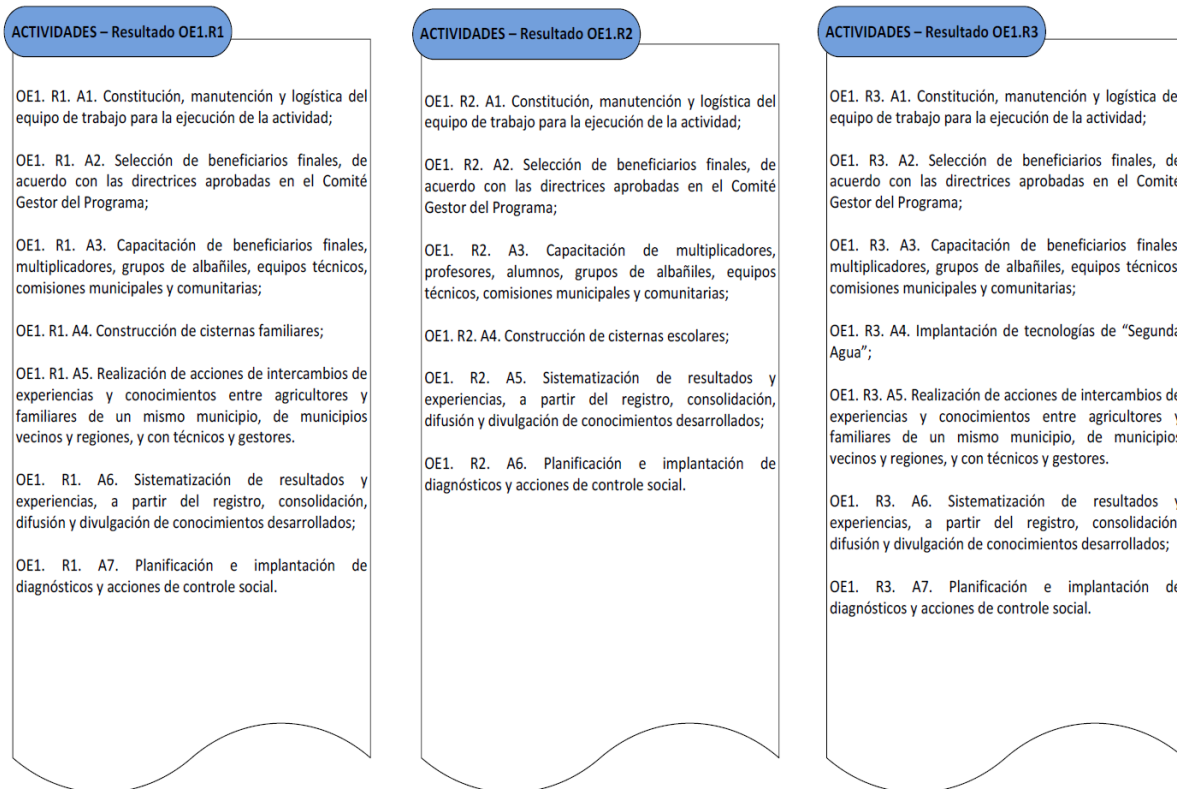


Figura 6-3 Resultados y actividades del Objetivo específico 1

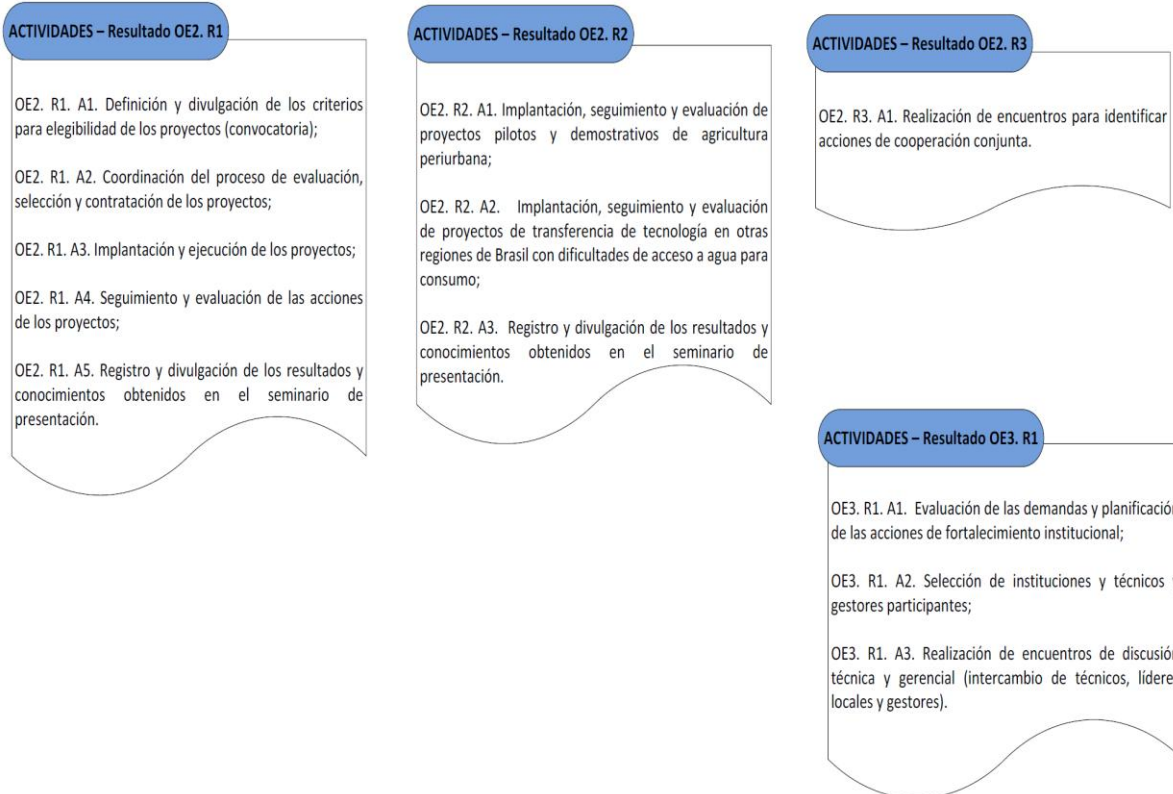


Figura 6-4 Resultados y actividades de los Objetivos específicos 2 y 3

6.2. Objetivos de Desarrollo del Milenio

OBJETIVO 1: ERRADICAR LA POBREZA EXTREMA Y EL HAMBRE

- Meta 1.A: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas con ingresos inferiores a 1 dólar por día.
- Meta1.B: Lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, incluidos las mujeres y los jóvenes.
- Meta 1.C: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas que padecen hambre.

Algunos datos:

- La proporción de personas que viven en la pobreza extrema se redujo a la mitad a nivel mundial.
- En las regiones en desarrollo, la proporción de personas que viven con menos de 1,25 dólares al día descendió del 47% en 1990 al 22% en 2010, 5 años antes de lo previsto.
- Si bien la proporción de personas desnutridas a escala mundial disminuyó del 23,2% entre 1990 y 1992 al 14,9% entre 2010 y 2012, todavía quedan 870 millones de personas (1 de cada 8 en todo el mundo) que pasan hambre.

OBJETIVO 2: LOGRAR LA ENSEÑANZA PRIMARIA UNIVERSAL

- META 2.A: Asegurar que, en 2015, los niños y niñas de todo el mundo puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria.

Algunos datos:

- Están aumentando las tasas de alfabetización entre los adultos y los jóvenes y se están reduciendo las diferencias entre los sexos.



- Los nuevos datos nacionales demuestran que el número de niños sin escolarizar descendió de 102 millones a 57 millones entre 2000 y 2011.
- La matriculación en la enseñanza primaria en los países en desarrollo alcanzó el 90% en 2010.

OBJETIVO 3: PROMOVER LA IGUALDAD ENTRE LOS SEXOS Y EL EMPODERAMIENTO DE LA MUJER

- Meta 3.A: Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la enseñanza antes de finales de 2015.

Algunos datos:

- Se ha avanzado de forma constante en el logro del acceso en pie de igualdad de las niñas y los niños a la enseñanza, pero siguen existiendo disparidades entre las regiones y los niveles educativos.
- A escala mundial, la proporción de mujeres empleadas fuera del sector agrícola ascendió al 40%, pero aumentó solo hasta el 20% en Asia Meridional, Asia Occidental y África Septentrional.
- La proporción mundial de mujeres parlamentarias sigue aumentando poco a poco y alcanzó el 20% en 2012, lo cual dista mucho de la paridad entre los géneros; no obstante, durante 2012 se observó un aumento de un punto porcentual.

OBJETIVO 4: REDUCIR LA MORTALIDAD DE LOS NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS

- Meta 4.A: Reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la mortalidad de niños menores de cinco años

Algunos datos:



- Desde 1990, la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años ha descendido en un 47%.
- Aunque cada día mueren aproximadamente 17.000 niños menos, 6,6 millones de niños menores de 5 años murieron en 2012, en su mayoría a causa de enfermedades prevenibles.
- Se han salvado más de 10 millones de vidas gracias a las vacunas contra el sarampión desde 2000.
- En África Subsahariana, 1 de cada 10 niños muere antes de cumplir los 5 años, más de 15 veces la media de las regiones desarrolladas.

OBJETIVO 5: MEJORAR LA SALUD MATERNA

- Meta 5.A: Reducir un 75% la tasa de mortalidad materna entre 1990 y 2015.
- Meta 5.B: Lograr, para 2015, el acceso universal a la salud reproductiva.

Algunos datos:

- A escala mundial, la mortalidad materna se redujo en un 47% durante los últimos 2 decenios.
- La mortalidad materna ha descendido en torno a dos terceras partes en Asia Oriental, África Septentrional y Asia Meridional.
- Solo la mitad de las mujeres embarazadas en las regiones en desarrollo reciben el mínimo recomendado de cuatro visitas de atención prenatal.
- Las complicaciones durante el embarazo o el parto constituyen una de las principales causas de muerte entre las adolescentes.
- Aproximadamente 140 millones de mujeres en todo el mundo que están casadas o viven en pareja afirman que les gustaría retrasar o evitar el embarazo, pero no tienen acceso a servicios de planificación familiar voluntaria.



- La mayoría de las mujeres fallecidas a causa de la maternidad en los países en desarrollo son prevenibles mediante una nutrición suficiente, la atención sanitaria correspondiente, incluido el acceso a servicios de planificación familiar, la presencia de una partera cualificada durante el parto y atención obstétrica de emergencia.

OBJETIVO 6: COMBATIR EL VIH/SIDA, EL PALUDISMO Y OTRAS ENFERMEDADES.

- Meta 9: Haber detenido y comenzado a reducir la propagación del VIH/SIDA en 2015.
- Meta 10: Lograr, para 2010, el acceso universal al tratamiento del VIH/SIDA de todas las personas que lo necesiten.
- Meta 11: Haber detenido y comenzado a reducir, en 2015, la incidencia de la malaria y otras enfermedades graves.

Algunos datos:

- A nivel mundial, sigue disminuyendo el número de personas con nuevas infecciones por el VIH, habiéndose registrado una reducción del 33% entre 2001 y 2011.
- En 2012 se infectaron por el VIH 290.000 niños menores de 15 años que en 2001.
- En 2012, el número de personas que recibieron tratamiento antirretroviral contra el VIH registró la cifra récord de 9,7 millones.
- Durante la década de 2000, se evitaron 1,1 millones de muertes provocadas por la malaria.
- El tratamiento contra la tuberculosis ha salvado alrededor de 20 millones de vidas entre 1995 y 2011.

OBJETIVO 7: GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.



- Meta 7.A: Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente.
- Meta 7.B: Haber reducido y haber ralentizado considerablemente la pérdida de diversidad biológica en 2010.
- Meta 7.C: Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.
- Meta 7.D: Haber mejorado considerablemente, en 2020, la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales.

Algunos datos:

- Más de 2.100 millones de personas han conseguido acceso a fuentes mejoradas de agua potable desde 1990, lo que supera la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).
- Si bien hoy en día las personas que tienen acceso a servicios adecuados de saneamiento son casi 2.000 millones más que en 1990, todavía hay 2.500 millones de personas que no disponen de acceso a retretes o letrinas.
- Se calcula que 863 millones de personas residen en barrios marginales en los países en desarrollo.
- A escala mundial, las emisiones de dióxido de carbono han aumentado en más del 46% desde 1990.
- Casi una tercera parte de las poblaciones marinas de peces están explotadas en exceso y las pesquerías de todo el mundo ya no pueden producir el rendimiento máximo sostenible.
- A pesar de que han aumentado las zonas protegidas, hay más especies que se encuentran en peligro de extinción.
- Los bosques, en particular en América del Sur y África, están desapareciendo a una velocidad alarmante.



OBJETIVO 8: FOMENTAR UNA ALIANZA MUNDIAL PARA EL DESARROLLO

- Meta 8.A: Atender las necesidades especiales de los países menos desarrollados, los países sin litoral y los pequeños estados insulares en vías de desarrollo.
- Meta 8.B: Continuar desarrollando un sistema comercial y financiero abierto, basado en reglas establecidas, predecible y no discriminatorio.
- Meta 8.C: Lidar en forma integral con la deuda de los países en vías de desarrollo.
- Meta 8.D: En cooperación con el sector privado, hacer más accesible los beneficios de las nuevas tecnologías, especialmente las de información y comunicaciones.

Algunos datos:

- La asistencia oficial para el desarrollo (AOD) ascendió a 126.000 millones de dólares en 2012.
- En total, el 83% de las exportaciones de los países menos adelantados entran en países desarrollados exentas de derechos.
- En 2012, el comercio de los países en desarrollo y las economías en transición superó la media mundial.
- En el mundo en desarrollo, el 31% de la población utiliza Internet, frente al 77% en el mundo desarrollado.



6.3. Proyectos de cooperación al Desarrollo en la UPM

Las iniciativas que en la UPM se desarrollan en temas de desarrollo han estado en sintonía con la problemática actual que se encuentran en diversos puntos del globo donde los colectivos menos favorecidos son excluidos, especialmente los del tercer mundo. Por eso, como ente formador, se promueve dentro de las distintas escuelas a través de sus grupos de cooperación, la preocupación por resolver dichos problemas mediante proyectos donde los alumnos puedan acercarse a la realidad del sur.

Al igual que este, estos son algunos de los proyectos:

- **América Andina**

- Refuerzo de Grupos Universitarios Peruanos con Acciones Formativas:

El Grupo de Cooperación EDTIC “Educación para el Desarrollo en el ámbito de las TIC” lleva trabajando con Universidades Peruanas desde 2007, con el objetivo de reforzar capacidades en el área de Telecomunicaciones rurales. Para ello trabaja en el ámbito del Programa Willay, liderado por la ONG ONGAWA (Ingeniería para el Desarrollo Humano) y en cooperación con el Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- INRED: Iniciativas de inmigrantes en retorno y desarrollo: El grupo de cooperación UPM Gestión Empresarial para el Desarrollo Rural desarrolla desde 2008 el proyecto INRED. Sus principales actividades son:

- Prestar ayuda técnica y formación para que los inmigrantes puedan desarrollar con mayores garantías de éxito sus emprendimientos.
 - Realizar estudios en las zonas geográficas de Ecuador de mayor emigración, para el desarrollo estratégico de actividades de interés para los retornados.



- Realizar seguimiento y apoyar sobre el terreno los emprendimientos iniciados.
- Programa de AgSystems en América Andina: La actividad de del grupo de Cooperación AgSystems en América Andina se centra en el estudio de los sistemas agrarios tradicionales y su relación con el medio ambiente, para diseñar estrategias o alternativas que permitan mantener su sostenibilidad. AgSystems realiza proyectos de cooperación en al ámbito educativo y para el desarrollo de las comunidades rurales. AgSystems trabaja en cultivos de café y cacao, y en la recuperación agrícola de las andenerías, en proyectos de sensibilización y en el reforzamiento institucional entre universidades vía currículo y movilidad de estudiantes y profesores.
- Apoyo a Construcción de Viviendas Autoresistentes en Ica: El grupo de Habitabilidad Básica - Perú de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid con el apoyo técnico de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica y con el trabajo en terreno de la organización local Asociación casas de la Salud de Ica, ha desarrollado un proyecto de construcción de viviendas en quincha mejorada modular para damnificados del terremoto del año 2007 en la región de Ica. Se optó por jugar un papel propositivo en el desarrollo de un proceso participativo que incorporase el mejoramiento de una tecnología constructiva de tradición local, sismo-resistente y de bajo costo.
- Transferencia Arquitectura Textil para el Desierto en el Sur del Perú: El medio desértico altoandino del sur del Perú sufre una de las más altas incidencias de rayos ultravioletas del mundo. El proyecto pretende dar una respuesta técnica a este problema implicándose socialmente y con el medio ambiente. Se ha llevado a cabo una transferencia de la técnica de arquitectura textil y su inserción en el mercado local a través de un taller formativo-productivo que da trabajo a familias locales, especialmente a mujeres. El Taller pretende

ser autosuficiente gracias a la producción y los beneficios se destinarán a su vez a mejoras sociales en su entorno.

- Tecnología aplicada al desierto altoandino: El medio desértico altoandino del sur del Perú sufre una de las más altas incidencias de rayos ultravioletas del mundo. El proyecto pretende dar una respuesta técnica a este problema implicándose socialmente y con el medio ambiente. Se ha llevado a cabo una transferencia de la técnica de arquitectura textil y su inserción en el mercado local a través de un taller formativo-productivo que da trabajo a familias locales, especialmente a mujeres. El Taller pretende ser autosuficiente gracias a la producción y los beneficios se destinarán a su vez a mejoras sociales en su entorno.

- **Caribe**

- PRODECAM: El grupo Promoción Desarrollo Comunitario en Áreas Marginales (PRODECAM) impulsa la cooperación entre universidades y comunidades campesinas, especialmente en los aspectos humanos, productivos, comerciales y de desarrollo institucional, con especial énfasis en los temas de género, en las zonas más desfavorecidas de los países en desarrollo.

- **Centroamérica**

- COOFOR (Cooperación para el desarrollo forestal): El Grupo de Apoyo al Desarrollo Forestal lleva realizando actividades forestales en países en desarrollo desde hace más de una década, aunque su constitución como tal se debe al año 2.006, aprovechando la política de fomento de estas actividades de la Universidad Politécnica de Madrid.



- **Países Árabes**

- Técnicas de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico y Diagnóstico Integral de Centros Históricos: Colaboración de la ETS de Arquitectura de Madrid con la EPAU de Argel en la formación de profesionales especializados en la intervención en el Patrimonio Arquitectónico.

- **África Subsahariana**

- Levantamiento y Planeamiento Participativo en Matola (Mozambique): Levantamiento y Planeamiento participativo territorial y urbano de la Unidad 7 del Municipio de Matola, que sirva como modelo para el desarrollo del resto de las unidades. Capacitación de técnicos locales y jefes de barrio en materia de urbanismo.
- Actividades en Kenia del Grupo COOPERA-UPM: El Grupo de Cooperación COOPERA-UPM fundado en 2011 está formado principalmente por Personal de Administración y Servicios de la UPM y tiene como objetivos sensibilizar e informar a la comunidad universitaria sobre el mundo de la cooperación.
- Apoyo en los proyectos agrícolas de la Fundación Carmen Rodríguez Granda en Loukolela (República del Congo): Desde el año 2009, la ETSI Agrónomos junto con el grupo de cooperación RISE, lleva desarrollando su actividad en Loukolela (República del Congo). La Fundación “Carmen Rodríguez Granda”, que financia otros proyectos de desarrollo en ese país, solicitó la ayuda del grupo RISE para que Jacinto Gil, Director del Departamento de Ingeniería Rural de la ETSI Agrónomos de Madrid, se desplazara a Loukolela a fin de poner en marcha dos proyectos: crear una cooperativa de pequeños agricultores que se dedicara a cultivos hortícolas y comenzar el cultivo del arroz en parcelas de mayor tamaño. Actualmente se tiene conocimiento del buen funcionamiento del proyecto.

6.4. Primeras jornadas internacionales de bombas manuales y de ariete

Durante los días 27, 28 y 29 de noviembre de 2013 se celebró en la ETSIDI – UPM y la Universidad Carlos III de Madrid las primeras jornadas internacionales de bombas manuales y de ariete donde participantes de distintas nacionalidades y lugares del planeta se reunieron para hablar de las bombas manuales como tecnología social apropiada para solucionar los problemas de acceso al agua en el tercer mundo.

Además de bombas también se expusieron temas relacionados con su implementación tales como la problemática política, calidad del agua y su utilización para cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La bomba Carcará BC-II PMMA que se desarrolla en este proyecto fue presentada en la mesa de debate *“Aspectos generales de las bombas manuales. Calidad del agua”* teniendo una excelente acogida por parte de todos los participantes y oyentes quienes, además de verla, tuvieron la oportunidad de ponerla en funcionamiento. Cabe resaltar que parte del equipo de CONDRI que se encuentra en Brasil estuvo presente en dichas jornadas, mostrándonos y enseñándonos sus experiencias con el programa “Cisternas”, además de poder compartir mutuamente las experiencias y mejoras con la bomba Carcará.

En las figuras 6-1, 6-2 y 6-3 se pueden ver el cartel de presentación, los participantes y ponentes y el esquema de las ponencias en sus mesas de debate.

DT
Diseño y Tecnología
para el Desarrollo Humano

**AGUA, SANEAMIENTO
Y DESARROLLO**

1^{as} Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete

*Una contribución tecnológica al desarrollo, mejorando el acceso
al agua para consumo humano y la seguridad alimentaria*

Madrid
27, 28 y 29
noviembre 2013

Temas de debate:

- Bombas de Mecate o de Cuerda
- Bombas de Émbolo
- Bombas de Ariete
- Historia y perspectiva de futuro
- Tecnologías sociales

**Plazo de inscripción
ABIERTO**

Inscripción on-line - GRATUITA
<http://www.euiti.upm.es/EUITIndustrial/Escuela/CoopDesarrollo>

Lugar:
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y
Diseño Industrial
Universidad Politécnica de Madrid
www.euiti.upm.es
C/ Ronda de Valencia nº3 28012 Madrid

Dirigido a:
Expertos, estudiantes y profesionales de la
Cooperación para el Desarrollo con
tecnologías de bajo coste
ONGs en el ámbito del desarrollo y ayuda
humanitaria

Idiomas:
Español/Portugués
También otras lenguas

Más información:
cooperacion.agua.industrial@upm.es
distecdh.industrial@upm.es

<http://sistemasdeaguaysaneamientoparaeldesarrollo.wordpress.com/>
@AysDes / @DyTdesarrollo

Agua Saneamiento Para el Desarrollo

Logos de patrocinadores: POLITÉCNICA, Ingeniería de Diseño Industrial, CEU, Dirección de Cooperación de la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Nacional de La Molina, Universidad de Alcalá, ONGAWA, ACCIÓN HAMBRE, SER, UPM, Innovación y Tecnología para el Desarrollo Humano, eco@lution.

Figura 6-5 Cartel de presentación de las Primeras Jornadas Internacionales de Bombas Manuales y de Ariete

PARTICIPANTES / PONENTES

Emilio Gómez Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
 Manuel Sierra Director Cooperación . UPM
 Henk Holtslag Fundación Práctica . Países Bajos
 José A. Mancebo Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo (GCSASD) . ETSIDI . UPM
 Victoria Sánchez ETSIDI . UPM
 Carla Gualdani Instituto Ambiental Brasil Sustentável . Brasil
 Celia Fernández ETS de Sistemas Informáticos . UPM
 Josep Lobera Universidad Autónoma de Madrid
 Alba M. del Campo ECOLUTION-a . GCSASD
 Manuel Merino GCSASD . ETSIDI . UPM
 Miguel Martín-Loeches Universidad de Alcalá
 Luis Rebollo Universidad de Alcalá
 Rocío Baquero UCLM
 Juan Manuel Orquín GCSASD . ETSIDI . UPM
 Edison Ramos CONDRI . Brasil
 Christian Polo ETSIDI . UPM
 Ulpiano Ruiz-Rivas Escuela Politécnica Superior (EPS) . Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)
 Laura Sanz ETSIDI . UPM
 Lucía Blanco EPS . UC3M
 José Antonio Pérez ETSIDI . UPM
 Héctor de Caso ETSIDI . UPM
 Iñaki Garayoa ETSIDI . UPM
 Ricardo García GCSASD . ETSIDI . UPM
 Helena Burbano ONG Zerca y Lejos
 Loreto Rebollo Polo ONG Zerca y Lejos
 Miguel Cerezales Bonsaid Asociación
 Pedro Vadillo ONG Zerca y Lejos
 Luis Lorenzo GCSASD . ETSIDI . UPM
 Francisco del Pozo Oxfam
 Jesús Serrano ONG IROKO
 Guillermo Sánchez UAH . Cruz Roja Alemana
 José María Romero ASOL
 Fátima Gonzáles UAH

<http://sistemasdeaguaysaneamientoparaeldesarrollo.wordpress.com/>

Una contribución tecnológica al desarrollo, mejorando el acceso al agua para consumo humano y la seguridad alimentaria

Agua Saneamiento Para el Desarrollo

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial Universidad Politécnica de Madrid
 Ronda de Valencia, 3
 28012 - Madrid
 Metro EMBAJADORES

Escuela Politécnica Superior Universidad Carlos III de Madrid
 Avenida del Mediterráneo, 20. Leganés.
 Madrid
 Cercanías LEGANÉS CENTRAL

@AySdes / @DyTdesarrollo

1^{as} Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete

Madrid
 27, 28 y 29
 noviembre 2013

Figura 6-6 Participantes de las Primeras Jornadas Internacionales de Bombas Manuales y de Ariete



Christian Daniel Polo Castaño

<p>Miércoles, 27 de noviembre de 2013 Sala de Medios Audiovisuales ETSIDI - UPM</p> <p>9:30 / 9:45 REGISTRO</p> <p>9:45 / 10:45 PRESENTACIÓN DE LAS JORNADAS E. Gómez, M. Sierra, H. Holtslag y J. A. Mancebo</p> <p>10:45 CAFÉ</p> <p>11:15 / 13:30 MESA DE DEBATE 1 IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS SOCIALES Modera: Victoria Sánchez</p> <p>1. A IMPORTANCIA DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA ENFRENTAR A ESCASSEZ HÍDRICA E PARA O DESENVOLVIMENTO Carla Gualdani</p> <p>2. LAS INTERVENCIONES EN AGUA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS DERECHOS HUMANOS Celia Fernández</p> <p>3. LOS LÍMITES DE LA COOPERACIÓN AL DESARROLLO EN MATERIA DE AGUA Y SANEAMIENTO. LECCIONES APRENDIDAS Y OPORTUNIDADES DE FUTURO Josep Lobera</p> <p>4. DISEÑO PARA EL DESARROLLO Manuel Merino</p> <p>5. CREATIVIDAD Y DESARROLLO Victoria Sánchez</p> <p>15:30 / 19:30 MESA DE DEBATE 2 ASPECTOS GENERALES DE LAS BOMBAS MANUALES. CALIDAD DEL AGUA Modera: Miguel Martín-Loeches y Luis Rebollo</p> <p>1. ¿VERDADERAMENTE SE HA ALCANZADO LA META 7.C? ESTUDIO DE CASO EN GUINEA-BISSAU Rocío Baquero</p> <p>2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE DEPÓSITOS DE AGUA REALIZADOS EN ESCUELAS DE BRASIL Juan Manuel Orquín</p> <p>3. BOMBAS DE ÉMBOLO DE PVC. CARCARÁ 1 Y 2 (con prolongación en Laboratorio de Hidráulica) Edilson Ramos y Christian Polo</p> <p>DESCANSO 15 min.</p>	<p>4. CARACTERIZACIÓN DEL ESFUERZO HUMANO EN BOMBEO MANUAL Ulpiano Ruiz-Rivas</p> <p>5. TRATAMIENTO DE BAJO COSTE PARA AGUAS CONTAMINADAS POR ACTIVIDADES DE MINERÍA Laura Sanz</p> <p>6. FACTORES HIDROLÓGICOS, HIDROGEOLÓGICOS Y AMBIENTALES, CON INFLUENCIA EN LA ELECCIÓN Y EFICIENCIA EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS MANUALES Miguel Martín-Loeches</p> <p>Jueves, 28 de noviembre de 2013 Sala de Medios Audiovisuales ETSIDI - UPM</p> <p>9:30 / 13:30 MESA DE DEBATE 3 BOMBAS DE MECATE Modera: José A. Mancebo</p> <p>1. MODELIZACIÓN DE LA BOMBA DE MECATE Ulpiano Ruiz - Rivas</p> <p>2. LA BOMBA DE MECATE EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA Y APLICACIONES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA José Antonio Pérez</p> <p>3. RENDIMIENTOS Y OTROS PROBLEMAS ASOCIADOS A LA BM2 Héctor de Caso y Iñaki Garayoa</p> <p>4. DISEÑO DE PISTONES Y OTROS DETALLES PARA BOMBAS DE MECATE Vídeo de CONSTRUCCIÓN DE BM2 Ricardo García y Alba M. del Campo</p> <p>DESCANSO 15 min.</p> <p>Breve visita al Laboratorio de Hidráulica</p> <p>5. EXPERIENCIAS CON BOMBAS DE MECATE EN ÁFRICA Y CENTRO AMÉRICA. FUNDACIÓN PRÁCTICA Henk Holtslag</p> <p>6. EXPERIENCIAS CON BOMBAS DE MECATE EN TRES ESCUELAS DEL SUBDEPARTAMENTO DE BÉNGBIS, PROVINCIA DEL SUR, CAMERÚN Helena Burbano y Loreto Rebollo</p> <p>7. OCHO AÑOS DE EXPERIENCIA CON LA BOMBA DE MECATE EN CASAMANCE, SENEGAL Miguel Cerezales</p>	<p>LABORATORIO EPS - UC3M</p> <p>15:30 / 19:30 MESA DE DEBATE 4 BOMBAS DE MECATE Y OTRAS Modera: Ulpiano Ruiz - Rivas</p> <p>TALLER DE BOMBAS MANUALES Ulpiano Ruiz - Rivas y Lucía Blanco</p> <p>DESCANSO 15 min.</p> <p>1. DEBATE SOBRE TECNOLOGÍAS DE BOMBAS MANUALES Ulpiano Ruiz - Rivas y Lucía Blanco</p> <p>2. PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN ABASTECIMIENTO CON BOMBAS DE MECATE Pedro Vadillo</p> <p>Viernes, 29 de noviembre de 2013 Sala de Medios Audiovisuales ETSIDI - UPM</p> <p>9:30 / 13:30 MESA DE DEBATE 5 BOMBAS DE ARIETE Y OTRAS Modera: Luis Lorenzo</p> <p>1. ASPECTOS GENERALES DE BOMBAS DE ARIETE Luis Lorenzo y José A. Mancebo</p> <p>2. BOMBA MANUALES E INUNDACIONES. PROBLEMAS, SOLUCIONES Y PREVENCIÓN. TRANSMISIÓN DESDE LÍBANO Francisco del Pozo</p> <p>3. ANÁLISIS DE UNA BOMBA DE ARIETE EN TOGO Jesús Serrano</p> <p>DESCANSO 15 min.</p> <p>4. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y BOMBAS DE ARIETE: LECCIONES APRENDIDAS EN HAITÍ Guillermo Sánchez</p> <p>5. EL ARIETE HIDRÁULICO. PROYECTO E INSTALACIÓN EN NTONGUI (ANGOLA)A Luis Lorenzo y José María Guerrero</p> <p>CONCLUSIONES Y CLAUSURA LA ADECUACIÓN DE BOMBAS MANUALES A CONTEXTOS Y COMUNIDADES: REFLEXIONES DESDE TANZANIA Fátima González</p> <p>ACTUACIÓN: MÚSICAL JAZZ</p>
--	--	---

Figura 6-7 Programación de las Primeras Jornadas Internacionales de Bombas Manuales y de Ariete.

6.5. Normativa aplicable en Brasil

A continuación se mostrarán algunos recortes de la primera página de las normativas que se aplica en Brasil para la fabricación de las bombas Carcará.

6.5.1. Norma ABNT NBR 5648.



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 220-1762/220-6436
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1999,
ABNT-Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

	JAN 1999	NBR 5648
Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3, PN 750 kPa, com junta soldável - Requisitos		
<p>Origem: Projeto NBR 5648:1997 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:111.17 - Comissão de Estudo de Sistemas Hidráulicos Prediais - Tubos e Conexões de PVC NBR 5648 - Pipes and fittings for poly (vinyl chloride) PVC 6,3, PN 750 kPa, with solvent-welded joint for predial installation of cold water Descriptors: Poly (vinyl chloride) PVC plastic pipe. Poly (vinyl chloride) PVC plastic fitting Esta Norma substitui a NBR 5648:1977 Válida a partir de 01.03.1999</p>		
Palavras-chave: Tubo de PVC. Conexão	13 páginas	

6.5.2. Norma ABNT NBR 5626.



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 220-1762/220-6436
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1998,
ABNT-Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

	SET 1998	NBR 5626
Instalação predial de água fria		
<p>Origem: Projeto NBR 5626:1996 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:009.03 - Comissão de Estudo de Instalações Prediais de Água Fria NBR 5626 - Cold water building installation Descriptors: Building installation. Cold water. Water supply Esta Norma cancela e substitui as NBR 5651:1977, NBR 5657:1977 e NBR 5658:1977 Esta Norma substitui a NBR 5626:1982 Válida a partir de 30.10.1998</p>		
Palavras-chave: Instalação predial. Água fria. Abastecimento de água	41 páginas	

6.5.3. Norma MERCOSUR NM 300:2002.

MERCOSUR
STANDARD

NM-300-1:2002

First edition
2002-12-30

Safety of toys

Part 1: General, mechanical and physical properties

